المتميز

فى

الرياضيات التطبيقية

الديناميكا

الجزء النظرى

و

حلول التمارين

الوحدة الثانية

$ع = ع_. + جـ ن$ | $ض = ك ء ل$ | $ش = \int_{ف_١}^{ف_٢} ق ء ف$ | $ق = ك جـ$

إعداد : أحمد الشنتورى

الصف الثالث الثانوى

القسم العلمى

شعبة الرياضيات

٢٠١٧ / ٢٠١٨

الوحدة الثانية .... قوانين نيوتن للحركة

٢ – ١ كمية الحركة

نعلم أن :

(١) كتلة الجسم هى كمية قياسية موجبة تتناسب طردياً مع وزن هذا الجسم ، بشرط أن تقاس كل الأوزان فى مكان واحد على سطح الكرة الأرضية

(٢) كتلة الجسم هى مقدار ما يحتويه الجسم من مادة

(٣) يرمز عادة لكتلة الجسم بالرمز (ك)

(٤) تقاس كتلة الجسم بوحدة الطن أو الكيلوجرام (كجم) أو الجرام (جم) حيث :

الطن = ١٠٠٠ كجم ، الكيلوجرام = ١٠٠٠ جم

(٥) كتلة الجسم قد تتغير من لحظة إلى أخرى فمثلاً :

١) كتلة قطرة المطر تتزايد أثناء هبوطها نتيجة تراكم الغبار و المعلقات الجوية الأخرى على سطحها

٢) كتلة الصاروخ تتناقص أثناء انطلاقه نتيجة خروج الوقود المحترق منه

كمية الحركة :

كمية حركة جسم متحرك هى كمية متجهة لها نفس اتجاه سرعة هذا الجسم ، و مقدارها عند أى لحظة ما يقدر بحاصل ضرب كتلة هذا الجسم فى سرعته عند هذه اللحظة

و يرمز لمتجه كمية الحركة بالرمز $\overleftarrow{مـ}$

و يكون : $\overleftarrow{مـ} = ك \, \overleftarrow{ع}$

و فى حالة الحركة الخطية يكون كل من $\overleftarrow{مـ}$ ، $\overleftarrow{ع}$ موازياً للخط المستقيم الذى تحدث عليه الحركة

و يمكن التعبير عن كل منهما بدلالة القياس الجبرى لكل منهما

فيكون : مـ = ك ع حيث :

مـ ، ع هما القياسان الجبرين لمتجهى كمية الحركة و السرعة على الترتيب

وحدات قياس كمية الحركة :

وحدة معيار كمية الحركة = وحدة كتلة × وحدة سرعة

كمية الحركة (مـ)	الكتلة (ك)	السرعة (ع)
كجم.م / ث	كجم	م / ث
جم . سم / ث	جم	سم / ث

ملاحظة :

عند ثبوت كتلة الجسم تتناسب كمية الحركة مع سرعة الجسم و تكون العلاقة بينهما خطية

لذا تسمى كمية الحركة فى هذه الحالة بكمية الحركة الخطية

إجابة حاول أن تحل (١) ، (٢) صفحة ١٥١

(١) أحسب كمية حركة قطار كتلته ٤٠ طناً يتحرك فى اتجاه الشمال بسرعة ثابتة قدرها ٧٢ كم / س

(٢) أحسب كمية حركة سيارة كتلتها ٨٠٠ كجم تتحرك فى اتجاه الجنوب الغربى بسرعة ثابتة قدرها ١٢٦ كم / س

الحل

(١) كمية حركة القطار = $٤٠ \times ١٠^{٣} \times ٧٢ \times \frac{٥}{١٨} = ٨ \times ١٠^{٥}$ كجم.م / ث فى اتجاه الشمال

(٢) كمية حركة السيارة = ٨٠٠ × ١٢٦ × $\frac{٥}{١٨}$ = ٢٨ × $١٠^{٣}$ كجم.م/ث

إجابة حاول أن تحل (٣) صفحة ١٥١

سيارة كتلتها ١٢٠٠ كجم تتحرك فى خط مستقيم بحيث كان :

ف = $ن^{٣}$ − ١٢ $ن^{٢}$ حيث ف مقاسة بالمتر أوجد كمية حركة السيارة بعد ٤ ث من بدء الحركة

الحل

ع = $\frac{دف}{دن}$ = ٣ $ن^{٢}$ − ٢٤ ن ، بعد ٤ ث من بدء الحركة :

ع = ٣ × $٤^{٢}$ − ٢٤ × ٤ = ٤٨ − ٩٦ = − ٤٨ م/ث

∴ م = ١٢٠٠ × (− ٩٦) = − ٥٧٦٠٠ كجم.م/ث

أى كمية حركة السيارة = ٥٧٦٠٠ كجم.م/ث فى عكس اتجاه حركتها

التغير فى كمية الحركة :

إذا متجها سرعة جسم متحرك عند لحظتين زمنيتين متتاليتين $ن_{١}$ ، $ن_{٢}$ على الترتيب هما $\overleftarrow{ع_{١}}$ ، $\overleftarrow{ع_{٢}}$ فإن التغير فى كمية حركة الجسم يتحدد بالعلاقة : Δ $\overleftarrow{م}$ = ك . Δ $\overleftarrow{ع}$

حيث : ك كتلة الجسم المتحرك ، Δ $\overleftarrow{ع}$ التغير الحادث فى قيمة سرعته

∴ التغير فى كمية حركة الجسم : Δ $\overleftarrow{م}$ = ك ($\overleftarrow{ع_{٢}}$ − $\overleftarrow{ع_{١}}$)

ملاحظات :

(١) يراعى اتجاه كل من $\overleftarrow{ع_{١}}$ ، $\overleftarrow{ع_{٢}}$ و ذلك بفرض $\overleftarrow{ى}$ متجه وحدة فى اتجاه أى منهما

(٢) إذا كانت كتلة الجسم المتحرك متغيرة فإن :

Δ $\overleftarrow{م}$ = $\overleftarrow{م_{٢}}$ − $\overleftarrow{م_{١}}$ = $ك_{٢}$ $\overleftarrow{ع_{٢}}$ − $ك_{١}$ $\overleftarrow{ع_{١}}$

(٣) إذا كانت $\overleftarrow{ح}$ (ن) هى عجلة الجسم المتحرك فإن :

Δ $\overleftarrow{م}$ = ك $\int_{ن_{١}}^{ن_{٢}}$ $\overleftarrow{ح}$ د ن

(٤) مقدار التغير فى كمية الحركة = || $\overleftarrow{م_{٢}}$ − $\overleftarrow{م_{١}}$ ||

إجابة حاول أن تحل (٤) صفحة ١٥٢

حجر كتلته ٨٠٠ جم يسقط من السكون لمدة ثانيتين ثم يصطدم بسطح بركة و يغوص فى الماء بسرعة منتظمة فيقطع ١٢ متراً فى ٣ ثوان أوجد التغير فى كمية حركة الحجر نتيجة تصادمه بسطح الماء

الحل

ع. = ٠
٨٠٠ جم
ى
سطح الماء
١٢ م

بفرض $\overleftarrow{ى}$ متجه وحدة فى اتجاه الحركة رأسياً لأسفل

دراسة حركة الحجر فى مرحلة السقوط

∵ ع = ع. + د ن

∴ $ع_{١}$ = ٠ + ٩,٨ × ٢ = ١٩,٦ م/ث

∴ $\overleftarrow{ع_{١}}$ = ١٩,٦ $\overleftarrow{ى}$

دراسة حركة الحجر فى الماء

∵ الحجر يتحرك بسرعة منتظمة

∴ $ع_{٢}$ = $\frac{١٢}{٣}$ = ٤ م/ث ∴ $\overleftarrow{ع_{٢}}$ = ٤ $\overleftarrow{ى}$

∴ Δ م = ك ($\overleftarrow{ع_{٢}}$ − $\overleftarrow{ع_{١}}$) = $\frac{٨٠٠}{١٠٠٠}$ (٤ − ١٩,٦) $\overleftarrow{ى}$ = − ١٢,٤٨ $\overleftarrow{ى}$

∴ التغير في كمية حركة الجسم نتيجة تصادمه بسطح الماء = − ١٢,٤٨ كجم.م/ث

إجابة حاول أن تحل (٥) صفحة ١٥٣

سيارة كتلتها ١,٥ طن تتحرك فى خط مستقيم بحيث كان ح (ن) يعطى بالعلاقة ح = ١٢ ن − $ن^{٢}$ حيث ح مقيسة بوحدة م/$ث^{٢}$ و الزمن ن

مقيس بالثانية أوجد :

(أ) التغير فى كمية حركة السيارة خلال الثوانى الست الأولى

(ب) التغير فى كمية حركة السيارة خلال الفترة الزمنية [٢ ، ١٤]

الحل

(أ) $\because \Delta \text{هـ} = \int_{ن_1}^{ن_2} ق \, د ن$

$\therefore \Delta \text{هـ} = 1,5 \times 10^{3} \times \int_{0}^{6} (12ن - ن^2) \, د ن$

$= 1500 \times \left[6ن^2 - \frac{1}{3}ن^3 \right]_{0}^{6}$

$= 1500 \times \left[(126 - 41) - 0 \right] = 216000$ كجم . م / ث

(ب) $\because \Delta \text{هـ} = \int_{ن_1}^{ن_2} ق \, د ن$

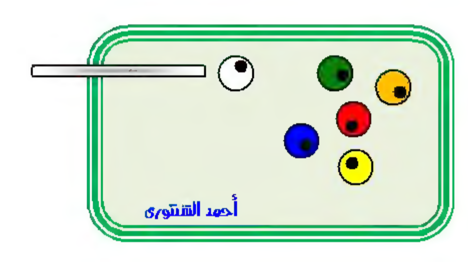
$\therefore \Delta \text{هـ} = 1,5 \times 10^{3} \times \int_{2}^{14} (12ن - ن^2) \, د ن$

$= 1500 \times \left[6ن^2 - \frac{1}{3}ن^3 \right]_{2}^{14}$

$= 1500 \times \left[(1176 - 914,7) - (24 - 2,7) \right]$

$= 360000$ كجم . م / ث

إجابة تفكير ناقد صفحة ١٥٣



فى لعبة البلياردو عندما تضرب الكرة البيضاء إحدى الكرات الأخرى نجد أن حركة كل من الكرتين تتغير فتتباطأ خركة الكرة البيضاء و ربما تغير اتجاهها و من ثم تتناقص كمية حركتها ، بينما تبدأ الكرة الأخرى فى الحركة و من ثم تزداد كمية حركتها فسر ذلك

الحل

تبدأ الكرة البيضاء حركتها بسرعة ما و عندما تضرب الكرة الأخرى تؤثر كل منهما على الأخرى بقوة ما و تكون هاتان القوتان متساويتين فى المقدار و متضادتين فى الاتجاه و يكون خطا عملهما هو خط المركزين للكرتين

بالنسبة للكرة البيضاء تقل سرعتها فتتباطأ حركتها و بالتالى تتناقص كمية حركتها ، و ربما يتغير اتجاهها

بالنسبة للكرة الأخرى تبدأ حركتها بنفس سرعة الكرة البيضاء قبل أن تضربها ثم تزداد سرعتها و بالتالى تزداد كمية حركتها

حل تمارين (٢ – ١) صفحة ١٥٣ بالكتاب المدرسى

أختر الاجابة الصحيحة من بين الاجابات المعطاة فى ما يلى :

(١) كمية حركة رصاصة كتلتها ١٠٠ جم تتحرك بسرعة ٢٤٠ م / ث تساوى ....

(أ) 24×10^{-3} جم . م / ث		(ب) ٢٤ كجم . م / ث

(جـ) 24×10^{4} جم . م / ث		(د) 24×10^{4} كجم . م / ث

(٢) كمية حركة سيارة كتلتها ٢ طن تتحرك فى خط مستقيم بسرعة ٥٤ كم / س تساوى ....

(أ) ١٠٨ طن . م / ث		(ب) ٣٠٠٠ كجم . م / ث

(جـ) ٣٠٠٠٠ كجم . م / ث		(د) ١٠٨٠٠٠ كجم . م / ث

(٣) جسم كتلته ٨٠٠ جم يسقط من ارتفاع ٤,٩ أمتار عن سطح الأرض كمية حركة الجسم لحظة وصوله للأرض تساوى ....

(أ) ٢,٤٥ كجم . م / ث		(ب) ٤,٩ كجم . م / ث

(جـ) ٢٤٥٠ كجم . م / ث		(د) ٤٩٠٠ كجم . م / ث

(٤) صاروخ كتلته ٤ طن بما فيه من وقود ، انطلق بسرعة ٢٠٠ م / ث و ينفذ الوقود بمعدل ثابت قدره ١٠٠ كجم كل ثانية مع بقاء كمية الحركة ثابتة فإن سرعة الصاروخ بعد ١٠ ثوان بوحدة كم / س تساوى ....

(أ) $\frac{٨٠٠}{٣}$ (ب) ٦٠٠ (جـ) ٨٠٠ (د) ٩٦٠

(٥) قذيفة كتلتها ١ كجم تنطلق بسرعة ٧٢٠ كم / س نحو دبابة كتلتها ٥٠ طن تتحرك نحو المدفع بسرعة ٢٠ م / ث فإن :

١) مقدار كمية حركة القذيفة بالنسبة للدبابة يساوى ....

(أ) ٢٠٠ كجم . م / ث (ب) ٢٢٠ كجم . م / ث

(جـ) $١٠^{٧}$ كجم . م / ث (د) $١,١ \times ١٠^{٧}$ كجم . م / ث

٢) مقدار كمية حركة الدبابة بالنسبة للقذيفة يساوى ....

(أ) ٢٠٠ كجم . م / ث (ب) ٢٢٠ كجم . م / ث

(جـ) $١٠^{٧}$ كجم . م / ث (د) $١,١ \times ١٠^{٧}$ كجم . م / ث

الحل

(١) كمية حركة الرصاصة = $\frac{١٠٠}{١٠٠٠} \times ٢٤٠ = ٢٤$ كجم . م / ث

(٢) كمية حركة السيارة = $٢ \times ١٠^{٣} \times ٥٤ \times \frac{٥}{١٨} = ٣٠٠٠٠$ كجم . م / ث

(٣) ∵ $ع^{٢} = ع_{٠}^{٢} + ٢ ء ف = ٠ + ٢ \times ٩,٨ \times ٤,٩$ ∴ ع = ٩,٨ م / ث

و هى سرعة وصول الجسم لسطح الأرض

∴ كمية حركة الجسم لحظة وصوله لسطح الأرض = $\frac{٥٠٠}{١٠٠٠} \times ٩,٨$

= ٤,٩ كجم . م / ث

(٤) كمية حركة الصاروخ لحظة انطلاقه = $٤ \times ١٠^{٣} \times ٢٠٠ = ٨ \times ١٠^{٥}$ كجم . م / ث

و بعد ١٠ ثوان : كتلة الصاروخ = $٤ \times ١٠^{٣} - ١٠٠ \times ١٠ = ٣ \times ١٠^{٣}$ كجم

، بفرض أن سرعة الصاروخ بعد ١٠ ثوان = ع م / ث

∴ كمية حركة الصاروخ بعد ١٠ ثوان = ٣×١٠^{٣} ع

، ∵ كمية حركة الصاروخ ثابتة

∴ $٣ \times ١٠^{٣} ع \times \frac{٥}{١٨} = ٨ \times ١٠^{٥}$ و منها : ع = ٩٦٠ كم / س

(٥) نفرض $\overrightarrow{ى}$ متجه وحدة في اتجاه حركة القذيفة

، $\overrightarrow{ع}_{م}$ متجه سرعة القذيفة

، $\overrightarrow{ع}_{ب}$ متجه سرعة الدبابة

∴ $\overrightarrow{ع}_{م} = ٧٢٠ \times \frac{٥}{١٨} \overrightarrow{ى} = ٢٠٠ \overrightarrow{ى}$

، $\overrightarrow{ع}_{ب} = - ٢٠ \overrightarrow{ى}$

١) متجه سرعة القذيفة بالنسبة للدبابة $(\overrightarrow{ع}_{مب}) = \overrightarrow{ع}_{م} - \overrightarrow{ع}_{ب}$

$= ٢٠٠ \overrightarrow{ى} - (- ٢٠ \overrightarrow{ى}) = ٢٢٠ \overrightarrow{ى}$

∴ متجه كمية حركة القذيفة بالنسبة للدبابة $\overrightarrow{ك} = ١ \times ٢٢٠ \overrightarrow{ى} = ٢٢٠ \overrightarrow{ى}$

∴ مقدار كمية حركة القذيفة بالنسبة للدبابة = ٢٢٠ كجم . م / ث

٢) متجه سرعة الدبابة بالنسبة للقذيفة $(\overrightarrow{ع}_{بم}) = \overrightarrow{ع}_{ب} - \overrightarrow{ع}_{م}$

$= - ٢٠ \overrightarrow{ى} - ٢٠٠ \overrightarrow{ى} = - ٢٢٠ \overrightarrow{ى}$

∴ متجه كمية حركة الدبابة بالنسبة لقذيفة $\overrightarrow{ك} = ٥٠ \times ١٠^{٣} \times (- ٢٢٠ \overrightarrow{ى})$

$= - ١,١ \times ١٠^{٧} \overrightarrow{ى}$

∴ مقدار كمية حركة الدبابة بالنسبة للقذيفة = $١,١ \times ١٠^{٧}$ كجم . م / ث

أجب عن الأسئلة الآتية :

(٦) كرة كتلتها ٢٠٠ جم تتحرك أفقياً بسرعة ثابتة قدرها ٤٠ م / ث ، أصطدمت بحائط رأسى و كان مقدار التغير في كمية حركة الكرة نتيجة للتصادم ١٢ كجم.م / ث أحسب سرعة ارتداد الكرة

الحل

بفرض $\overleftarrow{ى}$ متجه وحدة فى اتجاه الكرة بعد التصادم

، $\overleftarrow{ع}_{٢}$ متجه سرعة ارتداد الكرة

∴ $\overleftarrow{ع}_{١} = - ٤٠ \, \overleftarrow{ى}$ ، $\overleftarrow{ع}_{٢} = ع_{٢} \, \overleftarrow{ى}$

، التغير فى كمية الحركة $\Delta \overleftarrow{مـ} = \frac{٢٠٠}{١٠٠٠} \times [\, ع_{٢} - (- ٤٠) \,] \, \overleftarrow{ى}$

∴ مقدار التغير فى كمية الحركة $= \frac{١}{٥} \times (\, ع_{٢} + ٤٠ \,)$

∴ $١٢ = \frac{١}{٥} \times (\, ع_{٢} + ٤٠ \,)$ و منها : $ع_{٢} = ٢٠$ م / ث

أى أن : سرعة ارتداد الكرة = ٢٠ م / ث

(٧) سقط جسم كتلته ٩٠ جم و بعد ٣ ث من سقوطه اصطدم بسطح سائل لزج فغاص فيه بسرعة منتظمة فقطع ٢,٢ متر فى نصف ثانية احسب التغير فى كمية الحركة نتيجة للتصادم

الحل

بفرض $\overleftarrow{ى}$ متجه وحدة فى اتجاه الحركة رأسياً لأسفل

دراسة حركة الجسم فى مرحلة السقوط

∵ $ع = ع_{.} + ء \, ن$

∴ $ع_{١} = ٠ + ٩,٨ \times ٣ = ٢٩,٤$ م / ث

∴ $\overleftarrow{ع}_{١} = ٢٩,٤ \, \overleftarrow{ى}$

دراسة حركة الجسم فى السائل

∵ الحجر يتحرك بسرعة منتظمة

∴ $ع_{٢} = \frac{٢٢}{١٠} \div \frac{١}{٢} = \frac{٢٢}{١٠} \div \frac{٢}{١} = ٤,٤$ م / ث ∴ $\overleftarrow{ع}_{٢} = ٤,٤ \, \overleftarrow{ى}$

∴ $\Delta \, مـ = ك \, (\overleftarrow{ع}_{٢} - \overleftarrow{ع}_{١}) = \frac{٩٠}{١٠٠٠} (\, ٤,٤ - ٢٩,٤ \,) \, \overleftarrow{ى} = - ٢,٢٥ \, \overleftarrow{ى}$

∴ التغير في كمية الحركة نتيجة للتصادم = − ٢,٢٥ كجم.م / ث

(٨) جسم من المطاط كتلته ١٠٠ جم يتحرك أفقياً بسرعة ١٢٠ سم / ث عندما اصطدم بحائط رأسى و ارتد فى اتجاه عمودى على الحائط بعد أن فقد ثلثى مقدار سرعته
أحسب التغير فى كمية حركة الجسم المطاطى نتيجة التصادم

الحل

بفرض $\overleftarrow{ى}$ متجه وحدة فى اتجاه الجسم بعد التصادم

∵ الجسم فقد ثلثى مقدار سرعته

∴ مقدار سرعته بعد التصادم $= ١٢٠ \times \frac{١}{٣} = ٤٠$ سم / ث

∴ $\overleftarrow{ع}_{١} = - ١٢٠ \, \overleftarrow{ى}$ ، $\overleftarrow{ع}_{٢} = ٤٠ \, \overleftarrow{ى}$

، التغير فى كمية الحركة $\Delta \overleftarrow{مـ} = ١٠٠ \times [\, ٤٠ - (- ١٢٠) \,] \, \overleftarrow{ى} = ١٦٠٠٠ \, \overleftarrow{ى}$

∴ مقدار التغير فى كمية الحركة = ١٦٠٠٠ جم . سم / ث

(٩) من نقطة أسفل سقف حجرة بمسافة ٢٤٠ سم قذفت كرة كتلتها ٤٠ جم بسرعة ٩٨٠ سم / ث رأسياً لأعلى فاصطدمت بالسقف و تغيرت لذلك كمية حركتها بمقدار ٠,٤ كجم.م / ث أوجد سرعة ارتداد الكرة

الحل

بفرض $\overleftarrow{ى}$ متجه وحدة فى اتجاه الحركة رأسياً لأسفل

، مقدار ارتداد سرعة الكرة = $ع_{٢}$ سم / ث

∴ $\overleftarrow{ع}_{٢} = ع_{٢} \, \overleftarrow{ى}$

، قبل الاصطدام بالسقف مباشرة :

∵ ع^{٢} = ع.^{٢} − ٢ ء ف = (٩,٨)^{٢} − ٢ × ٩,٨ × ٢,٤ = ٤٩

∴ ع$_{١}$ = ٧ م / ث ، $\overleftarrow{ع_{١}}$ = − ٧ $\overleftarrow{ى}$

، التغير فى كمية الحركة Δ $\overleftarrow{م}$ = $\frac{٤٠}{١٠٠٠}$ × [ع$_{٢}$ − (− ٧)] $\overleftarrow{ى}$

∴ مقدار التغير فى كمية الحركة = $\frac{١}{٢٥}$ × (ع$_{٢}$ + ٧)

∴ ٠,٤ = $\frac{١}{٢٥}$ × (ع$_{٢}$ + ٧) و منها : ع$_{٢}$ = ٣ م / ث

أى أن : سرعة ارتداد الكرة = ٣ م / ث

(١٠) سقطت كرة من المطاط كتلتها $\frac{١}{٢}$ كجم من ارتفاع ٨,١ أمتار على أرض أفقية فارتدت الكرة رأسياً لأعلى إلى ارتفاع ٣,٦ أمتار أحسب التغير فى كمية حركة الكرة نتيجة التصادم بالأرض

الحل

بفرض $\overleftarrow{ى}$ متجه وحدة فى اتجاه الحركة رأسياً لأعلى

حركة الكرة فى مرحلة السقوط

∵ ع^{٢} = ع.^{٢} + ٢ ء ف

= ٠ + ٢ × ٩,٨ × ٨,١

∴ ع$_{١}$ = ١٢,٦ م / ث ، $\overleftarrow{ع_{١}}$ = − ١٢,٦ $\overleftarrow{ى}$

حركة الكرة فى مرحلة الارتداد " الكرة تسكن لحظياً عند أقصى ارتفاع لها "

∵ ع^{٢} = ع.^{٢} − ٢ ء ف ∴ ٠ = ع.^{٢} − ٢ × ٩,٨ × ٣,٦

∴ ع$_{٢}$ = ٨,٤ م / ث ، $\overleftarrow{ع_{٢}}$ = ٨,٤ $\overleftarrow{ى}$

، التغير فى كمية الحركة Δ $\overleftarrow{م}$ = $\frac{١}{٢}$ × [٨,٤ − (− ١٢,٦)] $\overleftarrow{ى}$

= ١٠,٥ $\overleftarrow{ى}$

∴ التغير فى كمية الحركة = ١٠,٥ كجم . م / ث

(١١) عربة سكة حديد كتلتها ١٥ طناً تتحرك أفقياً بسرعة مقدارها ٤٠ م / ث اصطدمت بالحاجز فى نهاية الخط فارتدت للخلف بسرعة ٣٠ م / ث احسب التغير فى كمية حركتها

الحل

بفرض $\overleftarrow{ى}$ متجه وحدة فى اتجاه العربة بعد التصادم

∴ $\overleftarrow{ع_{١}}$ = − ٣٠ $\overleftarrow{ى}$ ، $\overleftarrow{ع_{٢}}$ = ٤٠ $\overleftarrow{ى}$

، التغير فى كمية الحركة Δ $\overleftarrow{م}$

= ١٥ × ١٠^{٣} × [٤٠ − (− ٣٠)] $\overleftarrow{ى}$ = ١٠٥ × ١٠^{٤} $\overleftarrow{ى}$

∴ التغير فى كمية الحركة = ١٠٥ × ١٠^{٤} جم . سم / ث

(١٢) قذف جسم كتلته ١ كجم رأسياً لأعلى بسرعة ٥٨,٨ م / ث رأسياً لأعلى فاحسب التغير فى كمية حركته فى الفترات الزمنية الآتية :

(أ) [٢ ، ٥] (ب) [٤ ، ٨] (جـ) [٧ ، ١١]

الحل

بفرض $\overleftarrow{ى}$ متجه وحدة فى اتجاه الحركة رأسياً لأعلى

، ∵ الجسم يبدأ الحركة بسرعة ٥٨,٨ م / ث ∴ $\overleftarrow{ع_{١}}$ = ٥٨,٨ $\overleftarrow{ى}$

(أ) بعد ٢ ث : ع = ع. − ء ن = ٥٨,٨ − ٩,٨ × ٢ = ٣٩,٢ م / ث

∴ $\overleftarrow{ع_{٢}}$ = ٣٩,٢ $\overleftarrow{ى}$

∴ Δ $\overleftarrow{م}$ = ١ × (٣٩,٢ − ٥٨,٨) $\overleftarrow{ى}$ = − ١٩,٦ $\overleftarrow{ى}$

بالمثل : بعد ٥ ث : $\overleftarrow{ع_{٣}}$ = ٩,٨ $\overleftarrow{ى}$

∴ Δ $\overleftarrow{م}$ = ١ × (٩,٨ − ٥٨,٨) $\overleftarrow{ى}$ = − ٤٩ $\overleftarrow{ى}$

∴ التغير فى كمية الحركة Δ $\overleftarrow{م}$ فى [٢ ، ٥] = − ٤٩ $\overleftarrow{ى}$ + ١٩,٦ $\overleftarrow{ى}$

= − ٢٩,٤ $\overleftarrow{ى}$

∴ التغير فى كمية الحركة Δ م فى [٢ ، ٥] = − ٢٩,٤ كجم . م / ث

حل آخر

الجسم يتحرك بعجلة = − ٩,٨ م / ث ، ∵ Δ هـ = ك ∫ (ن١ إلى ن٢) جـ ء ن

∴ Δ هـ = ١ × ∫ (٢ إلى ٥) − ٩,٨ ء ن = ١ × [− ٩,٨ ن] (٢ إلى ٥)

= ١ × [− ٤٩ − (− ١٩,٦)] = − ٢٩,٤ كجم . م / ث

(ب) كما سبق : ع١ = ٥٨,٨ ى ، بعد ٤ ث : ع٢ = ١٩,٦ ى

∴ Δ م١ = ١ × (١٩,٦ − ٥٨,٨) ى = − ٣٩,٢ ى

بالمثل : بعد ٨ ث : ع٣ = − ١٩,٦ ى

∴ Δ م٢ = ١ × (− ١٩,٦ − ٥٨,٨) ى = − ٧٨,٤ ى

∴ التغير فى كمية الحركة Δ م فى [٤ ، ٨] = − ٧٨,٤ ى + ٣٩,٢ ى

= − ٣٩,٢ ى

∴ التغير فى كمية الحركة Δ هـ فى [٤ ، ٨] = − ٣٩,٢ كجم . م / ث

حل آخر

الجسم يتحرك بعجلة = − ٩,٨ م / ث ، ∵ Δ هـ = ك ∫ (ن١ إلى ن٢) جـ ء ن

∴ Δ هـ = ١ × ∫ (٤ إلى ٨) − ٩,٨ ء ن = ١ × [− ٩,٨ ن] (٤ إلى ٨)

= ١ × [− ٧٨,٤ − (− ٣٩,٢)] = − ٣٩,٢ كجم . م / ث

(جـ) كما سبق : ع١ = ٥٨,٨ ى ، بعد ٧ ث : ع٢ = − ٩,٨ ى

∴ Δ م١ = ١ × (− ٩,٨ − ٥٨,٨) ى = − ٦٨,٦ ى

بالمثل : بعد ١١ ث : ع٣ = − ٤٩ ى

∴ Δ م٢ = ١ × (−٤٩ − ٥٨,٨) ى = − ١٠٧,٨ ى

∴ التغير فى كمية الحركة Δ م فى [٧ ، ١١] = − ١٠٧,٨ ى + ٦٨,٦ ى

= − ٣٩,٢ ى

∴ التغير فى كمية الحركة Δ هـ فى [٤ ، ٨] = − ٣٩,٢ كجم . م / ث

حل آخر

الجسم يتحرك بعجلة = − ٩,٨ م / ث ، ∵ Δ هـ = ك ∫ (ن١ إلى ن٢) جـ ء ن

∴ Δ هـ = ١ × ∫ (٧ إلى ١١) − ٩,٨ ء ن = ١ × [− ٩,٨ ن] (٧ إلى ١١)

= ١ × [− ١٠٧,٨ − (− ٦٨,٦)] = − ٣٩,٢ كجم . م / ث

(١٣) جسم متحرك فى خط مستقيم كتلته عند أى زمن ن بالثانية تساوى ١/٥ (ن + ٥) كجم ، و كانت ازاحته عند أى زمن ن تعطى بالصورة ف = ١/٢ (ن² − ٤ ن + ٣) ى حيث ى متجه وحدة فى اتجاه حركة الجسم ، ف يعطى بالمتر

(أ) أوجد كمية حركة الجسم عند أى لحظة زمنية ن

(ب) أوجد التغير فى كمية حركة الجسم خلال الفترة الزمنية [٢ ، ٥]

الحل

(أ) ع = ء ف / ء ن = ١/٢ (٢ ن − ٤) ى = (ن − ٢) ى

∴ م = ١/٥ (ن + ٥) (ن − ٢) ى = ١/٥ (ن² + ٣ ن − ١٠) ى

أى أن : كمية حركة الجسم عند أى لحظة زمنية ن

هـ = ١/٥ (ن² + ٣ ن − ١٠) كجم . م / ث

(ب) عند ٢ ث : هـ١ = ١/٥ (٤ + ٦ − ١٠) = ٠ كجم . م / ث

عند ٥ ث : هـ٥ = ١/٥ (٢٥ + ١٥ − ١٠) = ٦ كجم . م / ث

∴ التغير فى كمية الحركة Δ هـ فى [٢ ، ٥] = ٦ − ٠

= ٦ كجم . م / ث

(١٤) جسم كتلته ١٢ كجم يتحرك فى خط مستقيم بحيث كانت $\overrightarrow{ف}$ تعطى كدالة فى الزمن ن بالعلاقة $\overrightarrow{ف}$ = ن (٦ − ن) $\overrightarrow{ى}$ حيث $\overrightarrow{ى}$ متجه وحدة فى اتجاه الحركة ، إذا كان معيار $\overrightarrow{ف}$ بوحدة المتر ، ن بالثانية فأوجد التغير فى كمية حركته فى الفترات الزمنية الآتية :

(أ) [١ ، ٢]　　(ب) [٢ ، ٥]　　(حـ) [٤ ، ٦]

الحل

∵ $\overrightarrow{ف}$ = ن (٦ − ن) $\overrightarrow{ى}$ = (٦ ن − ن²) $\overrightarrow{ى}$

∴ $\overrightarrow{ع}$ = $\frac{د \overrightarrow{ف}}{د ن}$ = (٦ − ٢ ن) $\overrightarrow{ى}$ ، ع = ٦ − ٢ ن

، $\overrightarrow{حـ}$ = $\frac{د \overrightarrow{ع}}{د ن}$ = − ٢ ، حـ = − ٢

(أ) ∵ Δ م = ك $\int_{ن_1}^{ن_2}$ حـ د ن

∴ Δ م = ١٢ × $\int_{1}^{2}$ − ٢ د ن = ١٢ × [− ٢ ن]$_{1}^{2}$

= ١٢ × [− ٤ − (− ٢)] = − ٢٤ كجم . م / ث

حل آخر

عند ١ ث : م$_1$ = ١٢ × (٦ − ٢) = ٤٨ كجم . م / ث

، عند ٢ ث : م$_2$ = ١٢ × (٦ − ٤) = ٢٤ كجم . م / ث

∴ التغير فى كمية الحركة Δ م فى [١ ، ٢] = ٢٤ − ٤٨ = − ٢٤ كجم . م / ث

(ب) ∵ Δ م = ك $\int_{ن_1}^{ن_2}$ حـ د ن

∴ Δ م = ١٢ × $\int_{2}^{5}$ − ٢ د ن = ١٢ × [− ٢ ن]$_{2}^{5}$

= ١٢ × [− ١٠ − (− ٤)] = − ٧٢ كجم . م / ث

حل آخر

عند ٢ ث : م$_1$ = ١٢ × (٦ − ٤) = ٢٤ كجم . م / ث

، عند ٥ ث : م$_2$ = ١٢ × (٦ − ١٠) = − ٤٨ كجم . م / ث

∴ التغير فى كمية الحركة Δ م فى [٢ ، ٥] = − ٤٨ − ٢٤

= − ٧٢ كجم . م / ث

(حـ) ∵ Δ م = ك $\int_{ن_1}^{ن_2}$ حـ د ن

∴ Δ م = ١٢ × $\int_{4}^{6}$ − ٢ د ن = ١٢ × [− ٢ ن]$_{4}^{6}$

= ١٢ × [− ١٢ − (− ٨)] = − ٤٨ كجم . م / ث

حل آخر

عند ٤ ث : م$_1$ = ١٢ × (٦ − ٨) = − ٢٤ كجم . م / ث

، عند ٦ ث : م$_2$ = ١٢ × (٦ − ١٢) = − ٧٢ كجم . م / ث

∴ التغير فى كمية الحركة Δ م فى [١ ، ٢] = − ٧٢ + ٢٤

= − ٤٨ كجم . م / ث

(١٥) جسم يتحرك فى خط مستقيم بعجلة منتظمة حـ = − ٣ م / ث² و بسرعة ابتدائية ٥ م / ث إذا كانت كتلة الجسم ١٨ كجم فأوجد مقدار التغير فى كمية الحركة فى الفترات الزمنية الآتية :

(أ) [٠ ، ٣]　　(ب) [١ ، ٢]

الحل

(أ) ∵ ع$_0$ = ٥ م/ث ، ع = ع$_0$ + حـ ن = ٥ − ٣ × ٣ = − ٤ م/ث

∴ عند ٠ ث : م$_1$ = ١٨ × ٥ = ٩٠ كجم . م / ث

، عند ٣ ث : م$_2$ = ١٨ × (− ٤) = − ٧٢ كجم . م / ث

∴ التغير فى كمية الحركة △ مـ فى [٠ ، ٣] = − ٧٢ − ٩٠

= − ١٦٢ كجم . م / ث

∴ مقدار التغير فى كمية الحركة فى [٠ ، ٣] = ١٦٢ كجم . م / ث

حل آخر

∵ △ مـ = ك $\int_{\text{ن}_1}^{\text{ن}_2}$ ح ء ن

∴ △ مـ = ١٨ × $\int_{0}^{3}$ − ٣ ء ن = ١٨ × $[\,-3\,\text{ن}\,]_{0}^{3}$

= ١٨ × (− ٩ − ٠) = − ١٦٢ كجم . م / ث

∴ مقدار التغير فى كمية الحركة فى [٠ ، ٣] = ١٦٢ كجم . م / ث

(ب) عند ١ ث : ع = ع_0 + ح ن = ٥ − ٣ × ١ = ٢ م / ث

∴ مـ_1 = ١٨ × ٢ = ٣٦ كجم . م / ث

عند ٢ ث : ع = ع_0 + ح ن = ٥ − ٣ × ٢ = − ١ م / ث

∴ مـ_2 = ١٨ × (− ١) = − ١٨ كجم . م / ث

∴ التغير فى كمية الحركة △ مـ فى [١ ، ٢] = − ١٨ − ٣٦

= − ٥٤ كجم . م / ث

∴ مقدار التغير فى كمية الحركة فى [١ ، ٢] = ٥٤ كجم . م / ث

حل آخر

∵ △ مـ = ك $\int_{\text{ن}_1}^{\text{ن}_2}$ ح ء ن

∴ △ مـ = ١٨ × $\int_{1}^{2}$ − ٣ ء ن = ١٨ × $[\,-3\,\text{ن}\,]_{1}^{2}$

= ١٨ × (− ٦ + ٣) = − ٥٤ كجم . م / ث

∴ مقدار التغير فى كمية الحركة فى [١ ، ٢] = ٥٤ كجم . م / ث

(١٦) جسم كتلته ٤٨ جم يتحرك فى خط مستقيم بحيث كانت :

ح = (٣ ن − ١٢) م / ث^2 احسب التغير فى كمية حركته خلال الفترات الزمنية الآتية :

(أ) [١ ، ٣]　　　　(ب) [٣ ، ٥]

الحل

(أ) ∵ △ مـ = ك $\int_{\text{ن}_1}^{\text{ن}_2}$ ح ء ن

∴ △ مـ = $\frac{48}{1000}$ × $\int_{1}^{3}$ (٣ ن − ١٢) ء ن

= $\frac{48}{1000}$ × $\left[\left(\frac{3}{2}\text{ن}^2 - 12\,\text{ن}\right)\right]_{1}^{3}$

= $\frac{48}{1000}$ × $\left[\left(\frac{27}{2} - 36\right) - \left(\frac{3}{2} - 12\right)\right]$

= − $\frac{72}{125}$ كجم . م / ث

(ب) ∵ △ مـ = ك $\int_{\text{ن}_1}^{\text{ن}_2}$ ح ء ن

∴ △ مـ = $\frac{48}{1000}$ × $\int_{3}^{5}$ (٣ ن − ١٢) ء ن

= $\frac{48}{1000}$ × $\left[\left(\frac{3}{2}\text{ن}^2 - 12\,\text{ن}\right)\right]_{3}^{5}$

= $\frac{48}{1000}$ × $\left[\left(\frac{75}{2} - 60\right) - \left(\frac{27}{2} - 36\right)\right]$ = صفر

٢ – ٢ القانون الأول لنيوتن

تمهيد :

يوجد أنواع عديدة من القوى المختلفة التى قد تؤثر على الأجسام المتحركة فتغير من سرعتها مثل دفع (سحب) شخص عربة
أو أن تؤثر القوة على الأجسام الساكنة لتبقيها ساكنة
مثل كتاب موضوع على مكتب أو صورة معلقة على حائط
و يكون تأثير القوة مباشر مثل دفع صندوق
و يمكن أن يكون تأثير القوة عن بعد
مثل تنافر و تجاذب قطبى مغناطيس
و يعرف الجسم الساكن بأنه فى حالة اتزان عندما تكون محصلة القوى المؤثرة عليه تساوى صفراً

أنواع القوى :

ميكانيكية – جاذبية – كهربية – مغناطيسية – نووية

القانون الأول لنيوتن :

كل جسم يحتفظ بحالته من حيث السكون أو الحركة المنتظمة فى خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوة خارجية تغير من حالته

ملاحظات :

(١) يوضح القانون ما يحدث لجسم (ساكن أو متحرك حركة منتظمة) عندما تكون محصلة القوى المؤثرة عليه تساوى صفر

أى : إذا كانت القوى هى : $\overline{ق_١}$ ، $\overline{ق_٢}$ ، .... ، $\overline{ق_ن}$

فإن : $\overline{ح} = \overline{ق_١} + \overline{ق_٢} + ... + \overline{ق_ن} = \overline{٠}$

أو المجموع الجبرى لمركبات القوى فى كل من إتجاهين متعامدين = صفر

(٢) الجسم الساكن يظل ساكناً مالم تؤثر عليه قوة تحاول تحريكه و الجسم المتحرك حركة منتظمة يظل متحركاً ما لم تؤثر عليه قوة تغير من حالته

(٣) يقصد بالقوة فى صياغة القانون محصلة جميع القوى المؤثرة على الجسم

(٤) يبين القانون أن الجسم الساكن أو المتحرك حركة منتظمة فى خط مستقيم (أى عندما يكون فى حالته الطبيعية) لا يمكنه تغيير حالته هذه تلقائياً بل لابد أن تؤثر عليه قوة فتخرجه من هذه الحالة لذا يسمى بقانون القصور الذاتى

القصور الذاتى :

الأجسام بطبيعتها تحافظ على حالتها من حيث السكون أو الحركة المنتظمة فى خط مستقيم
و تعرف هذه الممانعة و المقاومة للتغير بالقصور الذاتى

مبدأ القصور الذاتى :

كل جسم قاصر أو عاجز بذاته عن تغير حالته من حيث السكون أو الحركة المنتظمة فى خط مستقيم

بعض أوضاع الأجسام التى تتحرك حركة منتظمة :

بفرض أن جسماً وزنه (و) يتحرك بتأثير قوة (ق) و مقاومة (م) حيث :

[١] مقاومة المستوى الذى يتحرك عليه الجسم تكون دائماً موازية للمستوى فى عكس إتجاه حركة الجسم

[٢] المقاومة الكلية (م) = المقاومة لكل طن × الكتلة بالطن

[٣] قوة المحرك " لسيارة أو قاطرة مثلاً " تكون دائماً فى نفس إتجاه حركة الجسم ، و إذا أوقف المحرك فإن : ق = صفر

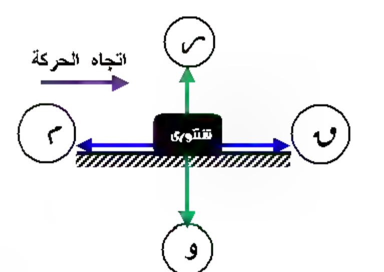
[٤] إذا تحرك الجسم بأقصى سرعة معنى ذلك أنه يتحرك حركة منتظمة

(أ) الحركة المنتظمة على مستوى أفقى :

١) القوة (ق) أفقية :

ق = م ، ر = و

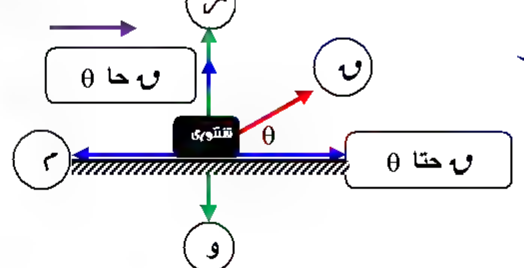




٢) القوة (ق) تميل على الأفقى بزاوية قياسها (θ) :

ق حتا θ = م ،

ر + ق حا θ = و



(ب) الحركة المنتظمة على مستوٍ مائل على الأفقى بزاوية قياسها (θ) :

١) الحركة لأعلى و القوة (ق) فى اتجاه أكبر ميل لأعلى :

ق = و حا θ + م ،

ر = و حتا θ

٢) الحركة لأعلى و القوة (ق) مائلة على خط أكبر ميل للمستوى بزاوية قياسها (ى) :

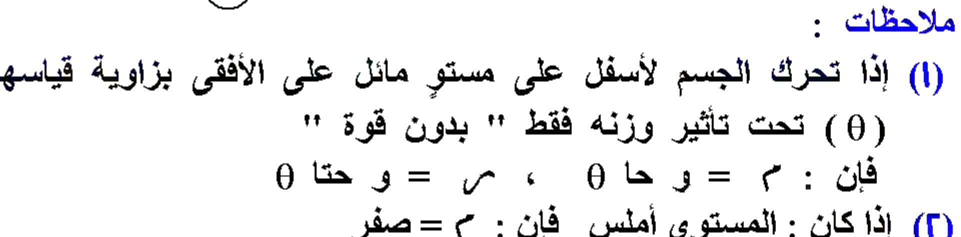
ق حتا ى = و حا θ + م

، ر + ق حا ى = و حتا θ

٣) الحركة لأسفل و القوة (ق) فى اتجاه أكبر ميل لأسفل :

ق + و حا θ = م ،

ر = و حتا θ



ملاحظات :

(أ) إذا تحرك الجسم لأسفل على مستوٍ مائل على الأفقى بزاوية قياسها (θ) تحت تأثير وزنه فقط " بدون قوة "

فإن : م = و حا θ ، ر = و حتا θ

(ب) إذا كان : المستوى أملس فإن : م = صفر

(٤) الحركة المنتظمة الرأسية :

١) تحت تأثير الوزن فقط :

و = م

من أمثلة ذلك :

تحرك جسم داخل سائل حيث : (و) وزن الجسم ، حيث : (م) مقاومة السائل

، حركة جندى المظلات الهابط بمظلته حيث : (و) وزن الجندى و المظلة ، (م) مقاومة الهواء



ملاحظات :

(١) إذا كان الجسم يتحرك تحت تأثير مقاومة (م) تتناسب طردياً مع السرعة (ع) أى أن : م ∝ ع فإن :

م = ﻫ ع حيث ﻫ ثابت ، $\frac{م_1}{م_2} = \frac{ع_1}{ع_2}$

(٢) إذا كان الجسم يتحرك تحت تأثير مقاومة (م) تتناسب طردياً مع مربع السرعة ($ع^2$) أى أن : م ∝ $ع^2$ فإن :

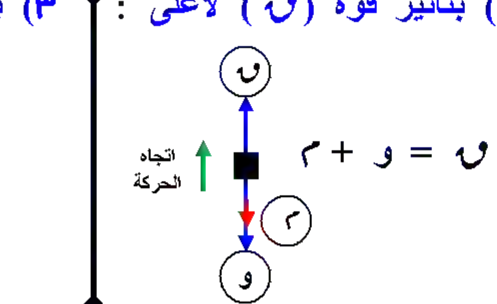
م = ﻫ ع حيث ﻫ ثابت ، $\frac{م_1}{م_2} = \frac{ع_1^2}{ع_2^2}$

(٣) إذا كان التناسب عكسى فى الحالتين السابقتين فإن :

$\frac{م_1}{م_2} = \frac{ع_2}{ع_1}$ ، $\frac{م_1}{م_2} = \frac{ع_2^2}{ع_1^2}$ على الترتيب

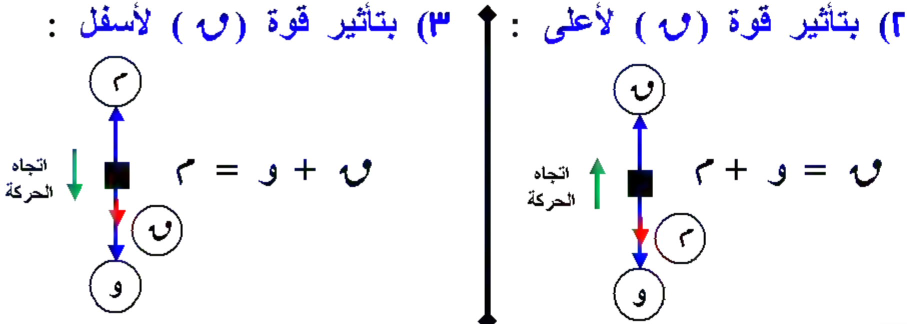
٢) بتأثير قوة (ق) لأعلى :

ق = و + م



٣) بتأثير قوة (ق) لأسفل :

ق + و = م



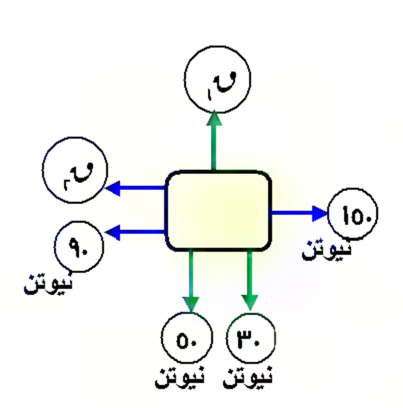
ملاحظة :

فى حالة الحركة الرأسية لطائرة هليوكوبتر أو بالون أو منطاد يكون إتجاه القوة (ق) دائماً لأعلى فى حالتى الصعود و الهبوط

إجابة حاول أن تحل (١) صفحة ١٥٨

يوضح الشكل المقابل جسماً ساكناً تؤثر عليه مجموعة من القوى

أوجد : $ق_1$ ، $ق_2$



الحل

∵ الجسم ساكن

∴ القوى الرأسية متزنة

∴ $ق_1$ = ٣٠ + ٥٠ = ٨٠ نيوتن

، القوى الأفقية متزنة

∴ $ق_2$ + ٩٠ = ١٥٠

و منها : $ق_2$ = ٦٠ نيوتن

إجابة حاول أن تحل (٢) صفحة ١٥٨

يوضح الشكل المقابل جسماً متحركاً رأسياً لأعلى بسرعة ثابتة عليه مجموعة من القوى أوجد : ق$_{1}$ ، ق$_{2}$

ق$_{2}$ ، ٤٥٠ نيوتن ، ٣١٠ نيوتن ، ق$_{1}$ + ١٥٠ نيوتن ، ٨٠٠ نيوتن

الحل

∵ الجسم فى حالة حركة منتظمة

∴ القوى الأفقية متزنة

∴ ق$_{1}$ + ١٥٠ = ٣١٠　　و منها : ق$_{1}$ = ١٦٠ نيوتن

، القوى الرأسية متزنة

∴ ق$_{2}$ + ٤٥٠ = ٨٠٠　　و منها : ق$_{2}$ = ٣٥٠ نيوتن

إجابة حاول أن تحل (٣) صفحة ١٥٩

قطار كتلته ٢٤٠ طناً تجره قاطرة بقوة ثابتة ١٢ ثقل طن ، فإذا كانت المقاومة لحركة القطار تتناسب مع مربع سرعته ، و كانت المقاومة ٨ ث كجم لكل طن من الكتلة المتحركة عندما كانت سرعة القطار ٤٥ كم / س ، احسب أقصى سرعة للقطار

الحل

نفرض أن : المقاومة = م$_{1}$ = ٨ × ٢٤٠ = ١٩٢٠ ث كجم

عندما تكون سرعة القطار = ع$_{1}$ = ٤٥ كم / س

، المقاومة = م$_{2}$ عندما تكون سرعة القطار = ع$_{2}$

يبلغ القطار أقصى سرعة له عندما تكون المقاومة مساوية تماماً لقوة جر القطار

فإذا كانت : ع$_{2}$ أقصى سرعة للقطار فإن : م$_{2}$ = ١٢ ثقل طن = ١٢٠٠٠ ث كجم

، ∵ م ∝ ع^{2}　∴ $\frac{م_1}{م_2} = \frac{ع_1^2}{ع_2^2}$

∴ $\frac{١٩٢٠}{١٢٠٠٠} = \frac{٤٥ \times ٤٥}{ع_2^2}$　　و منها : ع$_{2}$ = ١١٢,٥ كم / س

إجابة حاول أن تحل (٤) صفحة ١٥٩

رجل مربوط إلى مظلة نجاة يهبط هو و المظلة رأسياً ، فإذا كانت مقاومة الهواء تتناسب طردياً مع مربع سرعته و مقاومة الهواء تساوى $\frac{٤}{٩}$ من وزن الرجل و المظلة عندما كانت سرعته ١٢ كم / س

اوجد أقصى سرعة هبوط للرجل

الحل

نفرض أن : المقاومة = م$_{1}$ = $\frac{٤}{٩}$ و " حيث : (و) وزن الرجل و المظلة "

عندما تكون سرعة الرجل = ع$_{1}$ = ١٢ كم / س

، المقاومة = م$_{2}$ عندما تكون سرعة الرجل = ع$_{2}$

يبلغ الرجل أقصى سرعة لهبوطه عندما تكون المقاومة مساوية تماماً لوزن الرجل و المظلة فإذا كانت : ع$_{2}$ أقصى سرعة للرجل فإن : م$_{2}$ = و

، ∵ م ∝ ع^{2}　∴ $\frac{م_1}{م_2} = \frac{ع_1^2}{ع_2^2}$

∴ $\frac{\frac{٤}{٩} و}{و} = \frac{١٢ \times ١٢}{ع_2^2}$　　و منها : ع$_{2}$ = ١٨ كم / س

إجابة حاول أن تحل (٥) صفحة ١٦٠

جسم يتحرك بسرعة منتظمة تحت تأثير مجموعة من القوى $\overline{ق_1}$ ، $\overline{ق_2}$ ، $\overline{ق_3}$ حيث : $\overline{ق_1}$ = أ $\overline{س}$ − ٥ $\overline{ص}$ + ٧ $\overline{ع}$ ،

$\overline{ق_2}$ = − ٣ $\overline{س}$ + ب $\overline{ص}$ ، $\overline{ق_1}$ = ٢ $\overline{س}$ + ٤ $\overline{ص}$ + حـ $\overline{ع}$

أوجد كلاً من أ ، ب ، حـ

الحل

∵ الجسم يتحرك بسرعة منتظمة ∴ $\overrightarrow{ق_1} + \overrightarrow{ق_2} + \overrightarrow{ق_3} = \vec{0}$

∴ أ $\overrightarrow{س}$ − ٥ $\overrightarrow{ص}$ + ٧ $\overrightarrow{ع}$ − ٣ $\overrightarrow{س}$ + ب $\overrightarrow{ص}$ + ٢ $\overrightarrow{س}$ + ٤ $\overrightarrow{ص}$ + حـ $\overrightarrow{ع}$

= $\vec{0}$ و منها : أ − ٣ + ٢ = ٠ ∴ أ = ١

، − ٥ + ب + ٤ = ٠ ∴ ب = ١

، ٧ + حـ = ٠ ∴ حـ = − ٧

حل تمارين (٢ − ٢) صفحة ١٦٠ بالكتاب المدرسى

اختر الاجابة الصحيحة من بين الاجابات المعطاة فى كل مما يأتى :

(١) سيارة كتلتها ٤ أطنان تتحرك على طريق أفقى بسرعة منتظمة إذا كانت قوة المحرك ١٢٠ ث كجم فإن مقاومة الحركة لكل طن من الكتلة تساوى ....

(أ) ٤ ث طن   (ب) ٣٠ ث كجم   (حـ) ١٢٠ كجم   (ء) ٤٨٠ ث كجم

(٢) تحرك جسم فى خط مستقيم بسرعة منتظمة تحت تأثير القوتين $\overrightarrow{ق_1}$ = ٢أ $\overrightarrow{س}$ − ٣ $\overrightarrow{ص}$ + ٤ $\overrightarrow{ع}$ ، $\overrightarrow{ق_2}$ = ٦ $\overrightarrow{س}$ + ب $\overrightarrow{ص}$ + هـ $\overrightarrow{ع}$ فإن : أ + ب + هـ = ...

(أ) ٤   (ب) ٣   (حـ) − ٣   (ء) − ٤

(٣) إذا كان جسم وزنه ٢٠ ث كجم يهبط بسرعة منتظمة على مستوى مائل على الأفقى بزاوية قياسها ٣٠° فإن مقاومة المستوى بثقل الكيلوجرام تساوى ....

(أ) صفر   (ب) ١٠   (حـ) ١٠ $\sqrt{٣}$ (ء) ٢٠

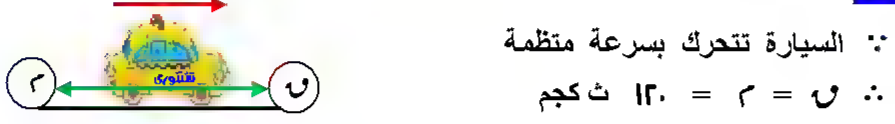
(٤) جسم يتحرك بسرعة منتظمة تحت تأثير ثلاث قوى $\overrightarrow{ق_1}$ ، $\overrightarrow{ق_2}$ ، $\overrightarrow{ق_3}$ حيث : $\overrightarrow{ق_1}$ = ٥ $\overrightarrow{س}$ + ٧ $\overrightarrow{ص}$ + ٣٥ $\overrightarrow{ع}$ ، $\overrightarrow{ق_2}$ = ٥ $\overrightarrow{س}$ + ٤٩ $\overrightarrow{ع}$ فإن مقدار $\overrightarrow{ق_3}$ = ... وحدة قوة

(أ) ٤٩   (ب) ٥٤   (حـ) ٨٥   (ء) ١٠٣

(٥) جندى مظلات يهبط رأسياً و كانت مقاومة الهواء لحركته تتناسب مع مربع سرعته و كانت $ع_1$ سرعته عندما كانت مقاومة الهواء تعادل $\frac{٩}{٢٥}$ من وزنه ، $ع_2$ أقصى سرعة هبوط للجندى فإن : $ع_1 : ع_2$ = ...

(أ) ٩ : ٢٥   (ب) ٢٥ : ٩   (حـ) ٣ : ٥   (ء) ٥ : ٣

الحل



(١) ∵ السيارة تتحرك بسرعة متظمة ∴ ق = م = ١٢٠ ث كجم

، مقاومة الحركة لكل طن من الكتلة = ١٢٠ ÷ ٤ = ٣٠ ث كجم

(٢) ∵ الجسم يتحرك بسرعة متظمة ∴ $\overrightarrow{ق_1} + \overrightarrow{ق_2} = \vec{0}$ ∴ $\overrightarrow{ق_1} = - \overrightarrow{ق_2}$

∴ ٢أ $\overrightarrow{س}$ − ٣ $\overrightarrow{ص}$ + ٤ $\overrightarrow{ع}$ = − ٦ $\overrightarrow{س}$ − ب $\overrightarrow{ص}$ − هـ $\overrightarrow{ع}$

∴ ٢أ = − ٦ و منها : أ = − ٣ ، − ٣ = − ب و منها : ب = ٣

، ٤ = − هـ و منها : هـ = − ٤ ∴ أ + ب + هـ = − ٤

(٣) ∵ الجسم يهبط بسرعة متظمة تحت تأثير وزنه

∴ م = و حا θ = ٢٠ حا ٣٠°

= ٢٠ × $\frac{١}{٢}$ = ١٠ ث كجم

(٤) ∵ الجسم يتحرك بسرعة منتظمة ∴ $\overrightarrow{ق_١} + \overrightarrow{ق_٢} + \overrightarrow{ق_٣} = \vec{0}$

∴ $\overrightarrow{ق_٣} = - \overrightarrow{ق_١} - \overrightarrow{ق_٢} = - ٥ \overrightarrow{س} - ١٢ \overrightarrow{ص} - ٨٤ \overrightarrow{ع}$

∴ $ق_٣ = \| \overrightarrow{ق_٣} \| = \sqrt{٢٥ + ١٤٤ + ٧٠٥٦} = \sqrt{٧٢٢٥} = ٨٥$ وحدة قوة

(٥) نفرض أن : المقاومة = $م_١ = \frac{٩}{٢٥}$ و " حيث : (و) وزن الجندى "

عندما تكون سرعة الجندى = $ع_١$

، المقاومة = $م_٢$ عندما تكون سرعة الرجل = $ع_٢$

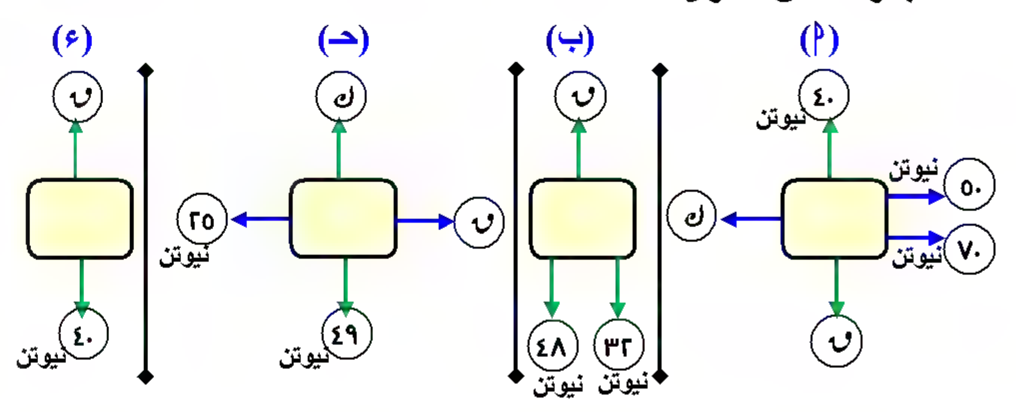
يبلغ الرجل أقصى سرعة لهبوطه عندما تكون المقاومة مساوية تماماً لوزن الرجل و المظلة فإذا كانت : $ع_٢$ أقصى سرعة للرجل فإن : $م_٢$ = و

، ∵ $م \propto ع^٢$ ∴ $\frac{م_١}{م_٢} = \frac{ع_١^٢}{ع_٢^٢}$ ∴ $\frac{\frac{٩}{٢٥} و}{و} = \frac{ع_١^٢}{ع_٢^٢}$

و منها : $ع_١^٢ : ع_٢^٢ = ٩ : ٢٥$ ∴ $ع_١ : ع_٢ = ٣ : ٥$

أجب عن الأسئلة الآتية :

(٦) فى كل من المواقف الآتية الجسم فى حالة سكون تحت تأثير مجموعة من القوى



أوجد مقدار القوة المجهولة فى كل حالة

الحل

(أ) ∵ الجسم ساكن ∴ القوى الرأسية متزنة ∴ ق = ٨٠ نيوتن

، القوى الأفقية متزنة ∴ ك = ٥٠ + ٧٠ = ١٢٠ نيوتن

(ب) ∵ الجسم ساكن ∴ القوى الرأسية متزنة

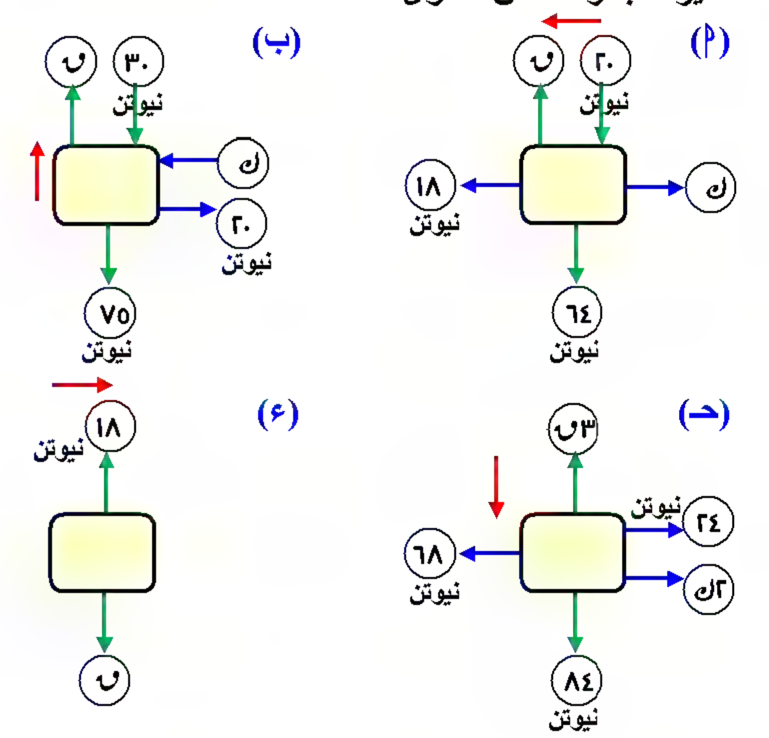
∴ ق = ٣٢ + ٤٨ = ٨٠ نيوتن

(حـ) ∵ الجسم ساكن ∴ القوى الرأسية متزنة ∴ ك = ٤٩ نيوتن

، القوى الأفقية متزنة ∴ ك = ٢٥ نيوتن

(ء) ∵ الجسم ساكن ∴ القوى الرأسية متزنة ∴ ق = ٤٠ نيوتن

(٩) فى كل من المواقف الآتية الجسم متحرك بسرعة منتظمة ع تحت تأثير مجموعة من القوى



الحل

(أ) ∵ الجسم فى حالة حركة منتظمة ∴ القوى الأفقية متزنة ∴ ل = ١٨ نيوتن

، القوى الرأسية متزنة ∴ ر = ٢٠ + ٦٤ و منها : ر = ٨٤ نيوتن

(ب) ∵ الجسم فى حالة حركة منتظمة ∴ القوى الأفقية متزنة ∴ ل = ٣٠ نيوتن

، القوى الرأسية متزنة ∴ ر + ٣٠ = ٧٥ و منها : ر = ٤٥ نيوتن

(حـ) ∵ الجسم فى حالة حركة منتظمة ∴ القوى الأفقية متزنة

∴ ٢ ل + ٢٤ = ٦٨ ∴ ٢ ل = ٤٤ و منها : ل = ٢٢ نيوتن

، القوى الرأسية متزنة ∴ ٣ ر = ٨٤ و منها : ر = ٢٨ نيوتن

(ء) ∵ الجسم فى حالة حركة منتظمة ∴ القوى الرأسية متزنة ∴ ر = ١٨ نيوتن

(٨) سيارة كتلتها ٨ أطنان تتحرك بسرعة منتظمة تحت تأثير مقاومة ٦ ث كجم لكل طن من الكتلة السيارة ، فما قوة محرك السيارة ؟

الحل

∵ السيارة تتحرك بسرعة منتظمة

∴ ق = م = ٦ × ٨ = ٤٨ ث كجم

(٩) قطار كتلته ٢٤٠ طناً يتحرك بسرعة منتظمة و كانت قوة محرك القطار ٤ ث طن لكل طن أوجد مقدار المقاومة لكل طن من كتلة

الحل

∵ القطار يتحرك بسرعة منتظمة

∴ ق = م = ٤ ث طن = ٤٠٠٠ ث كجم

∴ المقاومة لكل طن من الكتلة = $\frac{٤٠٠٠}{٢٤٠}$ = $١٦ \frac{٢}{٣}$ ث كجم

(١٠) سيارة كتلتها ٣ أطنان تتحرك تحت تأثير مقاومة تتناسب مع سرعة السيارة فإذا كانت هذه المقاومة ٨ ث كجم لكل طن من كتلة السيارة عندما كانت سرعتها ٣٦ كم / س فأوجد أقصى سرعة للسيارة إذا كانت قوة ألات جر السيارة ١٢٠ ث كجم

الحل

نفرض أن : المقاومة = $م_1$ = ٨ × ٣ = ٢٤ ث كجم

عندما تكون سرعة السيارة = $ع_1$ = ٣٦ كم / س

، المقاومة = $م_2$ عندما تكون سرعة السيارة = $ع_2$

تبلغ السيارة أقصى سرعة لها عندما تكون المقاومة مساوية تماماً لقوة جر السيارة

فإذا كانت : $ع_2$ أقصى سرعة للسيارة فإن : $م_2$ = ١٢٠ ث كجم

∵ م ∝ ع ∴ $\frac{م_1}{م_2} = \frac{ع_1}{ع_2}$

∴ $\frac{٢٤}{١٢٠} = \frac{٣٦}{ع_2}$ و منها : $ع_2$ = ١٨٠ كم / س

(١١) قطار كتلته ٢٠٠ طن يتحرك تحت تأثير مقاومة تتناسب مع مربع سرعته فإذا كانت هذه المقاومة ٨ ث كجم لكل طن من كتلة السيارة عندما كانت سرعة القطار ٧٠ كم / س فأوجد أقصى سرعة للقطار إذا القاطرة تجره بقوة ثابتة مقدارها ٦,٤ ث طن

الحل

نفرض أن : المقاومة = $م_1$ = ٨ × ٢٠٠ = ١٦٠٠ ث كجم

عندما تكون سرعة القطار = $ع_1$ = ٧٠ كم / س

، المقاومة = $م_2$ عندما تكون سرعة القطار = $ع_2$

يبلغ القطار أقصى سرعة له عندما تكون المقاومة مساوية تماماً لقوة جر القطار

فإذا كانت : $ع_2$ أقصى سرعة للقطار فإن : $م_2$ = ٦,٤ ثقل طن = ٦٤٠٠ ث كجم

، ∵ م ∝ $ع^2$ ∴ $\frac{م_1}{م_2} = \frac{ع_1^2}{ع_2^2}$

∴ $\frac{١٦٠٠}{٦٤٠٠} = \frac{٧٠ \times ٧٠}{\text{ع}_2^2}$ و منها : ع_2 = ١٤٠ كم / س

(١٢) قطار كتلته ٣٠٠ طن تجره قاطرة بقوة ثابتة ٨١٠ ث كجم تحت تأثير مقاومة تتناسب مع مربع السرعة فإذا كانت أقصى سرعة للقطار ٣٠ م / ث فأوجد معدل المقاومة لكل طن من كتلة القطار عندما تكون سرعة القطار ٩٠ كم / س

الحل

نفرض أن : المقاومة = م_1

عندما تكون سرعة القطار = ع_1 = ٩٠ كم / س = ٩٠ × $\frac{٥}{١٨}$ = ٢٥ م / ث

، المقاومة = م_2 عندما تكون سرعة القطار = ع_2 = ٣٠ م / ث

∴ ع_1^2 = ٦٢٥ ، ع_2^2 = ٩٠٠

يبلغ القطار أقصى سرعة له عندما تكون المقاومة مساوية تماماً لقوة جر القطار فإذا كانت : ع_2 أقصى سرعة للقطار فإن : م_2 = ٨١٠ ث كجم

، ∵ م ∝ ع^2 ∴ $\frac{\text{م}_1}{\text{م}_2} = \frac{\text{ع}_1^2}{\text{ع}_2^2}$ ∴ $\frac{\text{م}_1}{٨١٠} = \frac{٦٢٥}{٩٠٠}$

∴ م_1 = ٥٦٢,٥ ∴ معدل المقاومة = ٥٦٢,٥ ÷ ٣٠٠ = ١,٨٧٥ ث كجم

(١٣) وزن جندى مظلات و معداته ٨٠ ث كجم و مقاومة الهواء لحركته تتناسب مع مربع سرعته فإذا كانت هذه المقاومة ٤٥ ث كجم عندما كانت سرعة الجندى ٤,٥ كم / س فأوجد أقصى سرعة يكتسبها الجندى أثناء هبوطه

الحل

نفرض أن : المقاومة = م_1 = ٤٥ ث كجم

عندما تكون سرعة الجندى = ع_1 = ٤,٥ كم / س

، المقاومة = م_2 عندما تكون سرعة الجندى = ع_2

يبلغ الجندى أقصى سرعة له عندما تكون مقاومة الهواء مساوية تماماً لوزن الجندى و معداته فإذا كانت : ع_2 أقصى سرعة للجندى فإن : م_2 = ٨٠ ث كجم

، ∵ م ∝ ع^2 ∴ $\frac{\text{م}_1}{\text{م}_2} = \frac{\text{ع}_1^2}{\text{ع}_2^2}$ ∴ $\frac{٤٥}{٨٠} = \frac{٤,٥ \times ٤,٥}{\text{ع}_2^2}$ ∴ ع_2 = ٦ كم / س

(١٤) وزن جندى مظلات و معداته ٩٠ ث كجم و مقاومة الهواء لحركته تتناسب مع مربع سرعته فإذا كانت أقصى سرعة هبوط للجندى ١٢ كم / س فأوجد مقاومة الهواء عندما كانت سرعته ٨ كم / س

الحل

نفرض أن : المقاومة = م_1 عندما تكون سرعة الجندى = ع_1 = ٨ كم / س

، المقاومة = م_2 عندما تكون سرعة الجندى = ع_2 = ١٢ كم / س

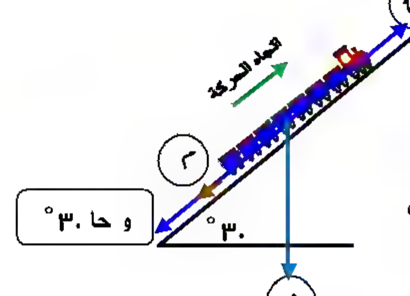
∴ ع_1^2 = ٦٤ ، ع_2^2 = ١٤٤

يبلغ الجندى أقصى سرعة له عندما تكون مقاومة الهواء مساوية تماماً لوزن الجندى و معداته فإذا كانت : ع_2 أقصى سرعة للجندى = ١٢ كم / س فإن : م_2 = ٩٠ ث كجم

، ∵ م ∝ ع^2 ∴ $\frac{\text{م}_1}{\text{م}_2} = \frac{\text{ع}_1^2}{\text{ع}_2^2}$ ∴ $\frac{\text{م}_1}{٩٠} = \frac{٦٤}{١٤٤}$ ∴ م_1 = ٤٠ ث كجم

(١٥) قاطرة كتلتها ٣٠ طناً و قوة آلاتها ٥١ ثقل طن تجر عدداً من العربات كتلة كل منها ١٠ طن لتصعد منحدراً يميل على الأفقى بزاوية قياسها ٣٠° بسرعة منتظمة فإذا كانت المقاومة لحركة القاطرة و العربات ١٠ ث كجم لكل طن من الكتلة فما هو عدد العربات ؟

الحل



نفرض أن : كتلة القطار الكلية = ك طن

∵ القطار يصعد المنحدر

∴ ق = م + و حا ٣٠°

∴ ١٥ × ١٠^{٣} = ١٠ × ك − ك × ١٠^{٣} × $\frac{١}{٢}$

و منها : ١٥٠٠٠ = ٥١٠ ك ∴ ك = ١٠٠ طن

∴ كتلة العربات = ١٠٠ − ٣٠ = ٧٠ طن

∴ عدد العربات = $\frac{٧٠}{١٠}$ = ٧ عربات

(١٦) قطار كتلته ٣٠٠ طن يصعد منحدراً يميل على الأفقى بزاوية جيبها $\frac{١}{٢٤٠}$ ، فإذا كانت أقصى سرعة للقطار ١٠٨ كم / س و قوة آلات الجر تساوى ٣٥٠٠ ث كجم ، و إذا كان مقدار المقاومة يتناسب مع مربع مقدار السرعة فأوجد المقاومة التى يلاقيها القطار عندما يتحرك بسرعة ٧٢ كم / س

الحل

نفرض أن : المقاومة = م$_{١}$

عندما تكون سرعة القطار = ع$_{١}$ = ٧٢ كم / س

، المقاومة = م$_{٢}$ عندما تكون سرعة القطار ع$_{٢}$

حيث : ع$_{٢}$ = ١٠٨ كم / س ∴ ع$_{١}^{٢}$ = ٥١٨٤ ، ع$_{٢}^{٢}$ = ١١٦٦٤

يبلغ القطار أقصى سرعة له عندما تكون : م$_{٢}$ = ق − و حا θ

لأن : القطار يصعد المنحدر ∴ م$_{٢}$ = ٣٥٠٠ − ٣٠٠ × ١٠^{٣} × $\frac{١}{٢٤٠}$ = ٢٢٥٠ ث كجم

∵ م ∝ ع^{٢} ∴ $\frac{م_{١}}{م_{٢}} = \frac{ع_{١}^{٢}}{ع_{٢}^{٢}}$ ∴ $\frac{م_{١}}{٢٢٥٠} = \frac{٥١٨٤}{١١٦٦٤}$ ∴ م$_{١}$ = ١٠٠٠ ث كجم

٢ − ٣ القانون الثانى لنيوتن

معدل التغير فى كمية الحركة يتناسب مع القوة المحدثة له و يحدث فى اتجاه القوة

فإذا كان : ك كتلة الجسم ، و متجه سرعته ع⃗ ، و القوة المحدثة للتغير فى كمية الحركة ق⃗ فإن الصورة الرياضية للقانون هى :

(ء/ءن) (ك ع⃗) ∝ ق⃗ تذكر : متجه كمية الحركة : هـ⃗ = ك ع⃗

∴ (ء/ءن) (ك ع⃗) = أ ق⃗ حيث : أ ثابت التناسب (١)

و عند ثبوت كتلة الجسم (ك) أثناء الحركة فإن :

ك (ء ع⃗/ءن) = أ ق⃗ و تكون : ك حـ⃗ = أ ق⃗ (٢)

و إذا عرفنا وحدة القوى بأنها القوة التى إذا أثرت على جسم كتلته وحدة الكتل لأكسبته وحدة العجلات فى اتجاهها فإن :

١ × ١ = أ × ١ ∴ أ = ١

و تأخذ المعادلة (١) الصورة : **(ء/ءن) (ك ع⃗) = ق⃗**

كما تأخذ المعادلة (٢) الصورة : **ك حـ⃗ = ق⃗**

و تسمى هذه المعادلة بمعادلة الحركة لجسم ثابت الكتلة و هى المعادلة لعلم الديناميكا

، ∵ ق⃗ ، حـ⃗ لهما نفس الاتجاه ، و إذا كان : ق ، حـ هما القياسان الجبريان لكل من ق⃗ ، حـ⃗ على الترتيب

فإن : معادلة الحركة لجسم ثابت الكتلة تأخذ الصورة : **ك حـ = ق**

حيث : ك كتلة الجسم المتحرك ، حـ عجلة الحركة ، ق تعبر عن القياس الجبرى لمحصلة القوى المؤثرة على الجسم أى أن :

$\text{ك ح} = \text{د ق}$

أما إذا كانت كتلة الجسم ك متغيرة فإن معادلة الحركة تأخذ الصورة :

$\frac{\text{ء}}{\text{ءن}} (\text{ك ع}) = \text{د ق}$

الصور المختلفة للقانون :

الكتلة		ثابتة	متغيرة
المعادلة	المتجهة	$\text{ك} \overrightarrow{\text{ح}} = \overrightarrow{\text{ق}}$	$\frac{\text{ء}}{\text{ءن}} (\text{ك} \overrightarrow{\text{ع}}) = \overrightarrow{\text{ق}}$
	القياسية	$\text{ك ح} = \text{د ق}$	$\frac{\text{ء}}{\text{ءن}} (\text{ك ع}) = \text{د ق}$

معادلات الحركة باستخدام التفاضل :

∵ معادلة حركة جسم ثابت الكتلة ك ح تعطى بالصورة :

$\text{ق} = \text{ك ح}$

(١) القوة ق دالة فى الزمن ن نضع : $\text{ح} = \frac{\text{ءع}}{\text{ءن}}$

∴ $\text{ق} = \text{ك} \frac{\text{ءع}}{\text{ءن}}$ و يكون : $\int_{\text{ن}_1}^{\text{ن}_2} \text{ق ءن} = \text{ك} \int_{\text{ع}_1}^{\text{ع}_2} \text{ءع}$

(٢) القوة ق دالة فى الازاحة ف نضع : $\text{ح} = \text{ع} \frac{\text{ءع}}{\text{ءف}}$

∴ $\text{ق} = \text{ك ع} \frac{\text{ءع}}{\text{ءف}}$ و يكون : $\int_{\text{ف}_1}^{\text{ف}_2} \text{ق ءف} = \text{ك} \int_{\text{ع}_1}^{\text{ع}_2} \text{ع ءع}$

(٣) القوة ق دالة فى السرعة ع نضع : $\text{ح} = \frac{\text{ءع}}{\text{ءن}}$

∴ $\text{ق} = \text{ك} \frac{\text{ءع}}{\text{ءن}}$ و يكون : $\int_{\text{ن}_1}^{\text{ن}_2} \text{ءن} = \text{ك} \int_{\text{ع}_1}^{\text{ع}_2} \frac{1}{\text{ق}} \text{ءع}$

وحدات قياس مقدار القوة :

يجب أن تكون ق بالوحدات المطلقة كما يلى :

(١) إذا كانت الكتلة ك ثابتة نستخدم الصورة : $\text{ق} = \text{ك ح}$

و تكون الوحدات كما بالشكل التالى :

القوة (ق)	الكتلة (ك)	العجلة (ح)
نيوتن	كجم	م / ث^2
داين	جم	سم / ث^2

(٢) إذا كانت الكتلة ك متغيرة نستخدم الصورة : $\text{ق} = \frac{\text{ء}}{\text{ءن}} (\text{ك ع})$

و تكون الوحدات كما بالشكل التالى :

القوة (ق)	الكتلة (ك)	السرعة (ع)
نيوتن	كجم	م / ث
داين	جم	سم / ث

ملاحظة :

إذا كانت ك بالوحدات التثاقلية نستخدم الجدول التالى للتحويلات بين بين التحويلات :

الوحدات المطلقة		الوحدات التثاقلية
نيوتن = كجم.م / ث^2	١ نيوتن = ١٠^5 داين	ث كجم
داين = جم . سم / ث^2	١ داين = ١٠$^{-5}$ داين	ث جم
التحويل بينهما		
١ ث كجم = ٩,٨ نيوتن	١ نيوتن = ١ ÷ ٩,٨ ث كجم	
١ ث جم = ٩٨٠ داين	١ داين = ١ ÷ ٩٨٠ ث جم	

تعريف وحدات قياس مقدار القوة :

النيوتن : هو مقدار القوة التى إذا أثرت على كتلة مقدارها ١ كيلوجرام لأكسبته عجلة مقدارها ١ م / ث^2

الداين : هو مقدار القوة التى إذا أثرت على كتلة مقدارها ١ جرام لأكسبته عجلة مقدارها ١ سم / ث^2

ثقل الكيلوجرام : هو مقدار القوة التى إذا أثرت على كتلة مقدارها ١ كيلوجرام لأكسبته عجلة مقدارها ٩,٨ م / ث^2

ثقل الجرام : هو مقدار القوة التى إذا أثرت على كتلة مقدارها ١ جرام لأكسبته عجلة مقدارها ٩٨٠ سم / ث^2

العلاقة بين الوزن و الكتلة :

وزن الجسم هو قوة جذب الأرض للجسم

، و وزن الجسم يساوى عددياً :

١) كتلته بوحدة الكتل بالوحدات التثاقلية

٢) حاصل ضرب كتلته بوحدة الكتل فى عجلة الجاذبية الأرضية بوحدة العجلات ، و ذلك طبقاً للمعادلة : ق = ك حـ يكون :

ق هى وزن الجسم ، حـ عجلة الجاذبية الأرضية

و تكون العلاقة بين الجسم و كتلته كما يلى :

كتلة الجسم (ك)	وزن الجسم (و)	
	وحدة تثاقلية	وحدة مطلقة
	ك	ك × ء

بعض أوضاع الأجسام التى تتحرك بعجلة منتظمة :

إذا تحرك جسم فى خط مستقيم بعجلة منتظمة فإن :

١) محصلة القوى فى اتجاه الحركة = ك حـ

٢) محصلة القوى فى الاتجاه العمودى لاتجاه الحركة = صفر

، بفرض أن جسماً وزنه (و) يتحرك بتأثير قوة (ق) و مقاومة (م) حيث :

[١] مقاومة المستوى الذى يتحرك عليه الجسم تكون دائماً موازية للمستوى فى عكس إتجاه حركة الجسم

[٢] المقاومة الكلية (م) = المقاومة لكل طن × الكتلة بالطن

[٣] قوة المحرك " لسيارة أو قاطرة مثلاً " تكون دائماً فى نفس إتجاه حركة الجسم ، و إذا أوقف المحرك فإن : ق = صفر

(أ) الحركة الأفقية :

١) القوة (ق) أفقية :

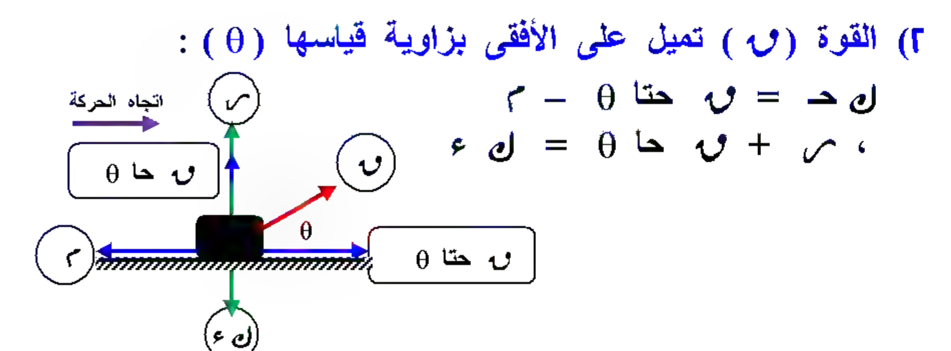
ك حـ = ق − م

، ر = ك ء

٢) القوة (ق) تميل على الأفقى بزاوية قياسها (θ) :

ك حـ = ق حتا θ − م

، ر + ق حا θ = ك ء



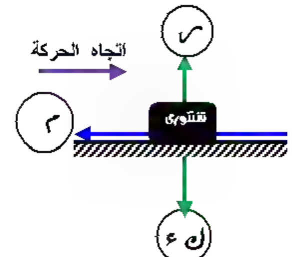
٣) القوة (ق) منعدمة :

ك جـ = ق − م

، ر = ك ء

مثل : إيقاف المحرك ، استخدام الفرامل

اطلاق رصاصة



(٢) الحركة الرأسية :

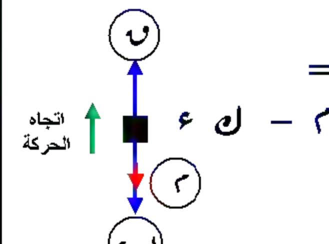
١) تحت تأثير الوزن فقط :

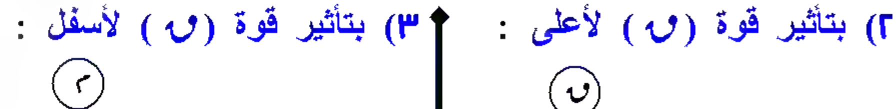
ك جـ = ك ء − م

من أمثلة ذلك :

سقوط جسم رأسياً لأسفل داخل سائل

أو أرض رخوة أو رمل





٢) بتأثير قوة (ق) لأعلى :

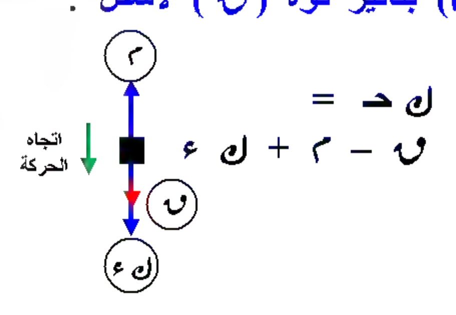
ك جـ =

ق − م − ك ء

٣) بتأثير قوة (ق) لأسفل :

ك جـ =

ق − م + ك ء



ملاحظة :

فى حالة الحركة الرأسية لطائرة أو بالون أو منطاد يكون إتجاه القوة (ق) دائماً لأعلى فى حالتى الصعود و الهبوط

إجابة حاول أن تحل (١) صفحة ١٦٥

فصلت العربة الأخيرة من قطار سكة حديد و كتلتها ٢٤,٥ طناً عندما كانت سرعتها ٥٤ كم / س ، فتحركت بتقصير منتظم و توقفت بعد ١٢٥ متراً ، أوجد :

مقدار المقاومة التى أثرت على العربة المنفصلة بثقل الكيلوجرام

الحل



∵ ع. = ٥٤ × $\frac{٥}{١٨}$ = ١٥ م/ث ، ع = صفر

، ∵ ع^{٢} = ع.^{٢} + ٢ جـ ف

∴ . = ٢٢٥ + ٢ جـ × ١٢٥

و منها : جـ = − ٠,٩ م / ث^{٢}

، ∵ معادلة الحركة للعربة هى : − م = ك جـ

∴ − م = ٢٤,٥ × ١٠^{٣} × (− ٠,٩)

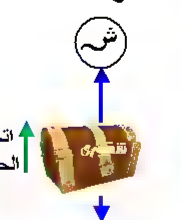
و منها : م = ٢٢٠٥٠ نيوتن

= ٢٢٠٥٠ ÷ ٩,٨ = ٢٢٥٠ ث كجم

إجابة حاول أن تحل (٢) صفحة ١٦٦

صندوق كتلته ١٠٠ كجم يرفع رأسياً لأعلى بحبل بعجلة منتظمة قدرها ٢٥ سم / ث^{٢} أوجد قوة الشد فى الحبل مع إهمال المقاومة

الحل



∵ جـ = ٢٥ سم / ث^{٢} = ٠,٢٥ م / ث^{٢}

، ∵ ش − ك ء = ك جـ

∴ ش − ١٠٠ × ٩,٨ = ١٠٠ × ٠,٢٥

و منها : ش = ١٠٠٥ نيوتن

إجابة تفكير ناقد صفحة ١٦٧

ارسم منحنى يمثل المسافة بين باقى القطار و العربة المنفصلة منذ لحظة انفصالها حتى تتوقف ثم من خلال المنحنى لمثال (١) بالكتاب أوجد :

(أ) متى تكون المسافة بينهما بعد ١١ متر ؟

(ب) المسافة بينهما بعد ٤٠ ثانية من انفصال العربة

" كتلة القطار = ٢٢٠ طن ، كتلة العربة المنفصلة = ٢٤ طن ، القطار يتحرك بسرعة منتظمة مقدارها ٢٩,٤ م / ث "

الحل

من حل المثال نستنتج :

المسافة التى تحركتها العربة المنفصلة كدالة فى الزمن هى :

$$\text{ف}_{١} = ٢٩,٤\,\text{ن} - \frac{١}{٢} \times ٠,٤٩\,\text{ن}^{٢} = ٢٩,٤\,\text{ن} - \frac{٢٤٥}{١٠٠٠}\,\text{ن}^{٢}$$

، المسافة التى تحركها باقى القطار كدالة فى الزمن هى :

$$\text{ف}_{٢} = ٢٩,٤\,\text{ن} + \frac{١}{٢} \times \frac{٣}{٥٠}\,\text{ن}^{٢} = ٢٩,٤\,\text{ن} + \frac{٣}{١٠٠}\,\text{ن}^{٢}$$

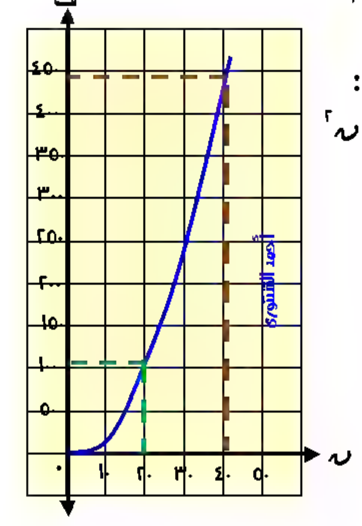
∴ المسافة بين باقى القطار و العربة المنفصلة منذ لحظة الانفصال حتى توقف العربة كدالة فى الزمن هى :

$$\text{ف} = \text{ف}_{٢} - \text{ف}_{١} = \frac{٣}{١٠٠}\,\text{ن}^{٢} + \frac{٢٤٥}{١٠٠٠}\,\text{ن}^{٢} = \frac{١١}{٤٠}\,\text{ن}^{٢}$$

الشكل المقابل يمثل منحنى المسافة بين باقى القطار و العربة المنفصلة منذ لحظة انفصالها حتى تتوقف و من خلال المنحنى نجد :

(أ) المسافة بينهما بعد ١١٠ متر تكون بعد ٢٠ ثانية من لحظة الانفصال

(ب) المسافة بينهما بعد ٤٠ ثانية من انفصال العربة = ٤٤٠ متر



إجابة حاول أن تحل (٣) صفحة ١٦٧

منطاد كتلته ١٠٥ كجم يتحرك رأسياً لأسفل بعجلة منتظمة مقدارها ٩٨ سم / ث² أوجد مقدار قوة رفع الهواء المؤثر على المنطاد بثقل الكيلوجرام بفرض إهمال مقاومة الهواء و إذا سقط من المنطاد جسم كتلته ٣٥ كجم عندما كانت سرعة المنطاد ٤٩٠ سم / ث² ، أوجد المسافة بين المنطاد و الجسم المنفصل عنه بعد $\frac{٢٠}{٧}$ ثانية من لحظة الانفصال

الحل

حركة المنطاد (كتلته = ١٠٥ كجم) قبل سقوط الجسم :

∵ $\text{ك ء} - \text{ر} = \text{ك جـ}$

∴ $١٠٥ \times ٩,٨ - \text{ر} = ١٠٥ \times ٠,٩٨$ و منها :

$\text{ر} = ٩٢٦,١$ نيوتن $= ٩٢٦,١ \div ٩,٨ = ٩٤,٥$ ث كجم

∴ مقدار قوة رفع الهواء المؤثرة على المنطاد = ٩٤,٥ ث كجم

حركة المنطاد بعد سقوط الجسم :

حيث : كتلة المنطاد = ١٠٥ − ٣٥ (كتلة الجسم) = ٧٠ كجم

∵ $\text{ك ء} - \text{ر} = \text{ك جـ}$

∴ $٧٠ \times ٩,٨ - ٩٢٦,١ = ٧٠\,\text{جـ}$ و منها : $\text{جـ} = -\,٣,٤٣$ م / ث²

، المسافة التى يقطعها المنطاد : ∵ $\text{ف} = \text{ع}_{٠}\,\text{ن} + \frac{١}{٢}\,\text{جـ}\,\text{ن}^{٢}$

∴ $\text{ف}_{١} = ٤,٩ \times \frac{٢٠}{٧} + \frac{١}{٢} \times (-\,٣,٤٣) \times \frac{٤٠٠}{٤٩} =$ صفر

أى أن : المنطاد يتحرك بتقصير منتظم بعجلة منتظمة مقدارها ٣,٤٣ م / ث² إلى أن يسكن لحظياً ثم يعود إلى النقطة التى يسقط منها الجسم بعد مرور $\frac{٢٠}{٧}$ ث

حيث : الخط المنحنى يمثل حركة المنطاد بعد سقوط الجسم المنفصل عنه

حركة الجسم الساقط :

يتحرك الجسم فى نفس اتجاه حركة المنطاد (لأسفل) بسرعة ابتدائية هى سرعة المنطاد لحظة سقوط هذا الجسم من المنطاد

المسافة التى يقطعها المنطاد : ∵ ف = ع. ن + $\frac{١}{٢}$ ء $ن^{٢}$

∴ $ف_{٢}$ = ٤,٩ × $\frac{٢٠}{٧}$ + $\frac{١}{٢}$ × ٩,٨ × $\frac{٤٠٠}{٤٩}$ = ٥٤ م

∴ المسافة بين المنطاد و الجسم المنفصل بعد مرور $\frac{٢٠}{٧}$ ث = $ف_{٢}$ + $ف_{١}$

= ٥٤ + ٠ = ٥٤ م

إجابة حاول أن تحل (٤) صفحة ١٦٨

يتحرك جسم كتلته ٣ كجم تحت تأثير ثلاث قوى مستوية هى :

$\overrightarrow{ق_{١}}$ = أ $\overrightarrow{س}$ + $\overrightarrow{ص}$ ، $\overrightarrow{ق_{٢}}$ = ٢ $\overrightarrow{س}$ − $\overrightarrow{ص}$ ،

$\overrightarrow{ق_{٣}}$ = ٣ $\overrightarrow{س}$ + ب $\overrightarrow{ص}$ حيث $\overrightarrow{س}$ ، $\overrightarrow{ص}$ متجها وحدة متعامدان فى مستوى القوى ، فإذا كان متجه الإزاحة يعطى كدالة فى الزمن بالعلاقة :

$\overrightarrow{ف}$ = ($ن^{٢}$ − ١) $\overrightarrow{س}$ + (٢ $ن^{٢}$ + ٣) $\overrightarrow{ص}$ عين قيمة كل من أ ، ب

الحل

∵ $\overrightarrow{ق}$ = $\overrightarrow{ق_{١}}$ + $\overrightarrow{ق_{٢}}$ + $\overrightarrow{ق_{٣}}$ = (أ + ٥) $\overrightarrow{س}$ + ب $\overrightarrow{ص}$

، ∵ $\overrightarrow{ع}$ = $\frac{ء \overrightarrow{ف}}{ء ن}$ = ٢ ن $\overrightarrow{س}$ + ٤ ن $\overrightarrow{ص}$

، $\overrightarrow{ح}$ = $\frac{ء \overrightarrow{ع}}{ء ن}$ = ٢ $\overrightarrow{س}$ + ٤ $\overrightarrow{ص}$ ، $\overrightarrow{ق}$ = ك $\overrightarrow{ح}$

∴ (أ + ٥) $\overrightarrow{س}$ + ب $\overrightarrow{ص}$ = ٣ × (٢ $\overrightarrow{س}$ + ٤ $\overrightarrow{ص}$)

و منها : أ + ٥ = ٦ ∴ أ = ١ ، ب = ١٢

إجابة حاول أن تحل (٥) صفحة ١٦٩

أثرت قوة ق على جسم كتلته ٣ كجم يتحرك فى خط مستقيم مبتدئاً بسرعة قدرها ٢ م/ث و كانت ق = $\frac{٣}{٢ع + ١}$ حيث : ع سرعة الجسم بعد زمن قدره ن ، متى تكون سرعة الجسم ٢ م/ث ؟

الحل

∵ ق = ك ح ∴ $\frac{٣}{٢ع + ١}$ = ٣ × $\frac{ء ع}{ء ن}$

∴ $\int_{٠}^{ن}$ ء ن = $\int_{٠}^{٦}$ (٢ع + ١) ء ع

∴ $[ن]_{٠}^{ن}$ = $[ع^{٢} + ع]_{٠}^{٦}$ ∴ ن = ٣٦ + ٦ = ٤٢ ث

إجابة حاول أن تحل (٦) صفحة ١٦٩

قوة $\overrightarrow{ق}$ تؤثر على جسم كتلته $\frac{١}{٢}$ كجم مبتدئاً من نقطة ثابتة (و) على خط مستقيم و كانت $\overrightarrow{ق}$ = (٤ن − ١) $\overrightarrow{س}$ + ٤ $\overrightarrow{ص}$ حيث ن الزمن مقيساً بالثانية ، ق بالنيوتن أوجد عندما ن = ٢ سرعة الجسم و بعده عن نقطة (و)

الحل

∵ $\overrightarrow{ق}$ = ك $\overrightarrow{ح}$ ∴ (٤ن − ١) $\overrightarrow{س}$ + ٤ $\overrightarrow{ص}$ = $\frac{١}{٢}$ $\overrightarrow{ح}$

∴ $\overrightarrow{ح}$ = (٨ن − ٢) $\overrightarrow{س}$ + ٨ $\overrightarrow{ص}$ ، ∵ $\overrightarrow{ح}$ = $\frac{ء \overrightarrow{ع}}{ء ن}$

∴ $\int_{٠}^{ع}$ ء $\overrightarrow{ع}$ = $\int_{٠}^{٢}$ [(٨ن − ٢) $\overrightarrow{س}$ + ٨ $\overrightarrow{ص}$] ء ن

∴ $\overrightarrow{ع}$ = $[(٤ن^{٢} − ٢ن) \overrightarrow{س} + ٨ ن \overrightarrow{ص}]_{٠}^{٢}$

∴ $\overrightarrow{ع}$ = ١٢ $\overrightarrow{س}$ + ١٦ $\overrightarrow{ص}$ ، ع = ‖ $\overrightarrow{ع}$ ‖ = ٢٠ م/ث

، ∵ $\overrightarrow{\text{ع}} = \frac{\text{ء}\overrightarrow{\text{ف}}}{\text{ءن}}$

∴ $\int_{٠}^{\text{ف}} \text{ء}\overrightarrow{\text{ف}} = \int_{٠}^{٢} [(٤\text{ن}^٢ - ٢\text{ن})\overrightarrow{\text{س}} + ٨\text{ن}\overrightarrow{\text{ص}}]\,\text{ءن}$

∴ $\overrightarrow{\text{ف}} = [(\frac{٤}{٣}\text{ن}^٣ - \text{ن}^٢)\overrightarrow{\text{س}} + ٤\text{ن}^٢\overrightarrow{\text{ص}}]_{٠}^{٢}$

∴ $\overrightarrow{\text{ف}} = \frac{٢٠}{٣}\overrightarrow{\text{س}} + ١٦\overrightarrow{\text{ص}}$ ، $\text{ف} = \|\overrightarrow{\text{ف}}\| = \frac{٥٢}{٣}$ م

إجابة حاول أن تحل (٧) صفحة ١٧٠

كرة معدنية كتلتها ١٠٠ جم تتحرك بسرعة منتظمة ١٠ م / ث وسط غبار يلتصق بسطحها بمعدل ثابت يساوى ٠,٦ جم فى الثانية أوجد كتلة الكرة و القوة بالداين المؤثرة عليها عند أى لحظة

الحل

∵ $\text{ك} = \text{ك}_٠ + \frac{\text{ءك}}{\text{ءن}} \times \text{ن}$

∴ ك = (١٠٠ + ٠,٦ ن) جم و هى كتلة الكرة عند أى لحظة

∵ $\text{ق} = \frac{\text{ء}}{\text{ءن}}(\text{ك ع})$

∴ $\text{ق} = \frac{\text{ء}}{\text{ءن}}[(١٠٠ + ٠,٦\,\text{ن}) \times ١٠٠٠]$

$= \frac{\text{ء}}{\text{ءن}}(١٠^٥ + ٦٠٠\,\text{ن}) = ٦٠٠$ داين

أى أن : القوة المؤثرة عليها عند أى لحظة = ٦٠٠ داين

حل تمارين (٢ – ٣) صفحة ١٧٠ بالكتاب المدرسى

اختر الاجابة الصحيحة من بين الاجابات المعطاة فى كل مما يأتى :

(١) جسم كتلته ٥ كجم يكون وزنه : ....

(أ) $\frac{٢٥}{٤٩}$ نيوتن (ب) ٥ نيوتن (ج) ٤٩ نيوتن (د) ٤٩ ث كجم

(٢) جسم كتلته ك كجم يتحرك تحت تأثير القوة :

$\overrightarrow{\text{ق}} = ٣\text{ك}\overrightarrow{\text{س}} + ٤\text{ك}\overrightarrow{\text{ص}}$ حيث ق بالنيوتن فإن : مقدار عجلة الحركة بوحدة م / ث^٢ = ...

(أ) ٣ (ب) ٤ (ج) ٥ (د) ٧

(٣) جسم كتلته الوحدة يتحرك تحت تأثير القوة $\overrightarrow{\text{ق}} = ٥\overrightarrow{\text{ى}}$ فإذا كان متجه سرعته $\overrightarrow{\text{ع}} = (\text{أ}\text{ن}^٢ + \text{ب}\text{ن})\overrightarrow{\text{ى}}$ فإن : أ + ب = ...

(أ) صفر (ب) $\frac{٥}{٢}$ (ج) $\frac{٧}{٢}$ (د) ٥

(٤) جسم كتلته ٨ كجم يتحرك رأسياً لأعلى بعجلة منتظمة تحت تأثير قوة تعمل فى اتجاه الحركة مقدارها ١٢ ث كجم فإن : جـ بوحدة م / ث^٢ = ...

ق
و

(أ) $\frac{١}{٢}$ (ب) $\frac{٣}{٢}$ (ج) ٥ (د) ١٤,٧

(٥) أطلقت رصاصة كتلتها ٧ جم أفقياً من فوهة مسدس بسرعة ٢٤٥ م / ث^٢ على حاجز رأسى مكون من الخشب فغاصت فيه ١٢,٢٥ سم قبل أن تسكن فإن : مقاومة الخشب للرصاصة علماً بأنها تحركت بتقصير = ...

(أ) ١٧,١٥ نيوتن (ب) ١٧٥ نيوتن (ج) ١٧٥ ث كجم (د) ١٧١٥ ث كجم

(٦) إذا تحرك جسيم كتلته ل = (٢ ن + ٣) كجم يتحرك فى خط مستقيم ، و كان متجه ازاحته كدالة فى الزمن يعطى بالعلاقة :
ف⃖ = (٣/٢ ن² + ٢ ن) ى⃖ ، ف مقاسة بالمتر ، ن بالثانية
فإن مقدار القوة المؤثرة عليه بالنيوتن = ...

(أ) ٢ ن + ٣ (ب) ١٢ ن + ٣
(حـ) ١٢ ن + ١٣ (ء) ٦ ن + ١٣

الحل

(١) وزن الجسم = ل ء = ٥ × ٩,٨ = ٤٩ نيوتن

(٢) ∵ ق⃖ = ل حـ⃖ ∴ ٣ ل س⃖ + ٤ ل ص⃖ = ل حـ⃖
و منها : حـ⃖ = ٣ س⃖ + ٤ ص⃖ ، حـ = ‖ حـ⃖ ‖ = ٥ م/ث²

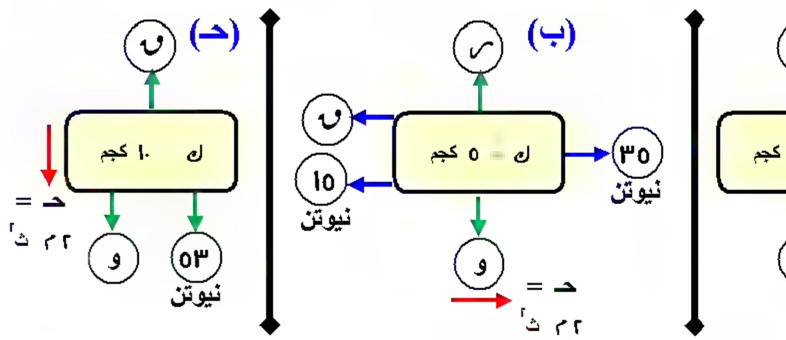
(٣) ∵ حـ⃖ = ءع⃖/ءن = (٢ أ ن + ب) ى⃖ ، ∵ ق⃖ = ل حـ⃖
∴ ٥ ى⃖ = (٢ أ ن + ب) ى⃖ ∴ أ = ٠ ، ب = ٥ ∴ أ + ب = ٥

(٤) ∵ ق − ل ء = ل حـ
∴ ١٢ × ٩,٨ − ٨ × ٩,٨ = ٨ حـ و منها : حـ = ٤,٩ م/ث²

(٥) ∵ ع² = ع٠² + ٢ حـ ف ∴ ٠ = (٢٤٥)² + ٢ حـ × ٠,١٢٢٥
و منها : حـ = − ٢٤٥ × ١٠³ م/ث²
، ∵ معادلة الحركة للرصاصة هى : − م = ل حـ
∴ − م = ٠,٠٠٧ × (− ٢٤٥ × ١٠³)
و منها : م = ١٧١٥ نيوتن = ١٧١٥ ÷ ٩,٨ = ١٧٥ ث كجم

(٦) ∵ ع⃖ = ءف⃖/ءن = (٣ ن + ٢) ى⃖ ، ق⃖ = ء/ءن (ل ع⃖)
∴ ق⃖ = ء/ءن [(٢ ن + ٣) (٣ ن + ٢)] ى⃖
∴ ق⃖ = ء/ءن (٦ ن² + ١٣ ن + ٦) ى⃖
= (١٢ ن + ١٣) ى⃖ ∴ ق = ١٢ ن + ١٣

(٧) فى كل من الحالات الآتية القوة ق تؤثر على الجسم الذى كتلته ل كجم و تكسبه عجلة حركة منتظمة موضحة بالشكل مقداراً و اتجاهاً ، أوجد ق



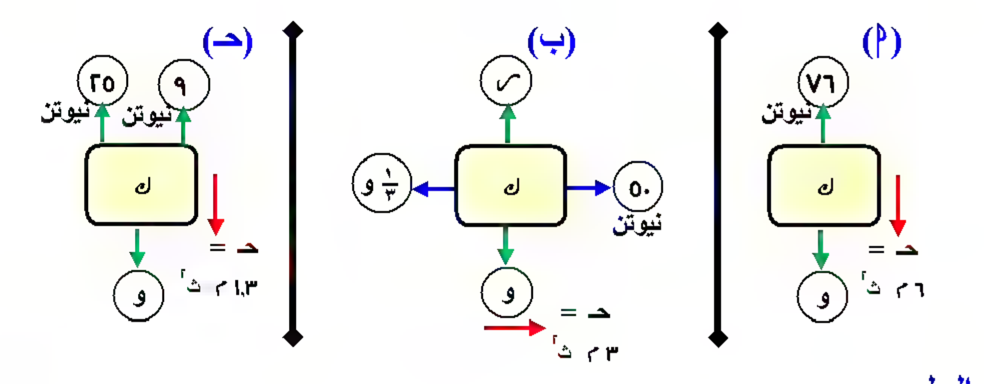
الحل

(أ) ∵ ق − ل ء = ل حـ ∴ ق − ١٠ × ٩,٨ = ١٠ × ٢
و منها : ق = ١١٨ نيوتن

(ب) ∵ Σ ق = ل حـ ∴ ٣٥ − ق − ١٥ = ٥ × ٢
∴ ٢٠ − ق = ١٠ و منها : ق = ١٠ نيوتن

(حـ) ∵ Σ ق = ل حـ ∴ ٥٣ − ق + ١٠ × ٩,٨ = ١٠ × ٢
∴ ١٥١ − ق = ٢٠ و منها : ق = ١٣١ نيوتن

(٨) فى كل من الحالات الآتية القوة ق تؤثر على الجسم الذى كتلته ل كجم و تكسبه عجلة حركة منتظمة موضحة بالشكل مقداراً و اتجاهاً ، أوجد ل



الحل

(أ) ∵ ك ء − ق = ك حـ　　∴ ك × ٩,٨ − ٧٦ = ك × ٦

∴ ٣,٨ ك = ٧٦　　و منها : ك = ٢٠ كجم

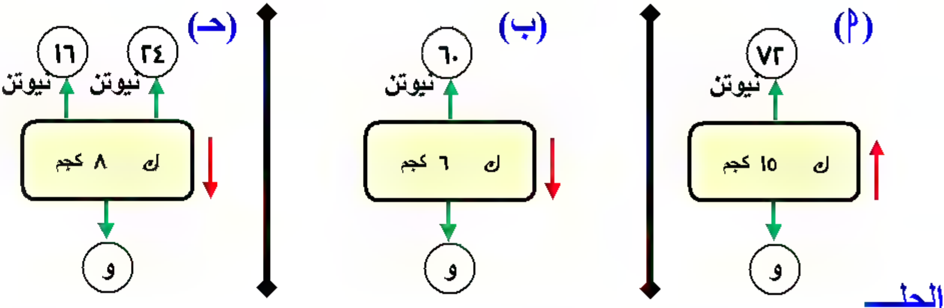
(ب) ∵ ∑ ق = ك حـ　　∴ ٥٠ − ١/٣ ك × ٩,٨ = ك × ٣

∴ ١٨,٨ ك = ١٥٠　　و منها : ك = ٣٧٥/٤٧ ≃ ٨ كجم

(حـ) ∵ ∑ ق = ك حـ　　∴ ك × ٩,٨ − ٩ − ٢٥ = ك × ١,٣

∴ ٨,٥ ك = ٣٤　　و منها : ك = ٤ كجم

(٩) فى كل من الحالات الآتية القوة ق تؤثر على الجسم الذى كتلته ك كجم و تكسبه عجلة منتظمة حـ مقاسة بوحدة م/ث٢ أوجد حـ



الحل

(أ) ∵ ق − ك ء = ك حـ　　∴ ٧٢ − ١٥ × ٩,٨ = ١٥ حـ

∴ − ٧٥ = ١٥ حـ　　و منها : حـ = − ٥ م/ث٢

(ب) ∵ ك ء − ق = ك حـ　　∴ ٦ × ٩,٨ − ٦٠ = ٦ حـ

∴ − ١,٢ ك = ٦ حـ　　و منها : حـ = − ١/٥ م/ث٢

(حـ) ∵ ∑ ق = ك حـ　　∴ ٨ × ٩,٨ − ١٦ − ٢٤ = ٨ حـ

∴ ٣٨,٤ = ٨ حـ　　و منها : حـ = ٤,٨ م/ث٢

(١٠) جسم كتلته ١٥٠ جم أثرت عليه قوة مقدارها ٤٥٠٠ داين أوجد العجلة الناتجة

الحل

∵ ق = ك حـ　　∴ ٤٥٠٠ = ١٥٠ حـ　　و منها : حـ = ٣٠ سم / ث٢

(١١) كتلة مقدارها ٢٠ كجم موضوعة على مستوى أفقى أملس أثرت عليها قوة أفقية مقدارها ق فحركتها بعجلة منتظمة مقدارها ٤٩ م / ث٢ أوجد ق

الحل

∵ المستوى أملس ، ق = ك حـ

∴ ق = ٢٠ × ٤٩ = ٩٨٠ نيوتن

(١٢) سيارة ساكنة كتلتها ٤,٩ طن أثرت عليها قوة فأصبحت سرعتها ٧٢ كم / س خلال دقيقة واحدة أوجد القوة التى أثرت على السيارة بثقل الكجم

الحل

∵ ع = ع. + حـ ن

∴ ٧٢ × ٥/١٨ = ٠ + حـ × ٦٠　　و منها : حـ = ١/٨ م / ث٢

، ∵ ق = ك جـ   ∴ ق = ٤,٩ × ١٠٠٠ × $\frac{١}{٨}$ = ٦١٢,٥ نيوتن

∴ ق = ٦١٢,٥ ÷ ٩,٨ = ٦٢,٥ ث كجم

(١٣) إذا كانت قوة آلة قطار تساوى ٢,٥ ث طن أثرت و كانت كتلة القطار و القاطرة ٢٠٠ طن و بدأ القطار يتحرك من السكون أوجد سرعة بعد نصف دقيقة

الحل

∵ ق = ك جـ

∴ ٢,٥ × ١٠٠٠ × ٩,٨ = ٢٠٠ × ١٠٠٠ جـ   و منها : جـ = ٠,١٢٢٥ م/ث²

، ∵ ع = ع. + جـ ن   ∴ ع = ٠ + ٠,١٢٢٥ × ٣٠ = ٠,٣٦٧٥ م/ث

(١٤) أوجد قوة مقاومة الفرامل لحركة قطار مقدرة بثقل الكيلوجرام لكل طن من كتلته إذا كانت سرعته ٧٢ كم/س و أوقفته الفرامل بعد أن قطع ٢٥٠ متراً ، أوجد الزمن الالازم لذلك

الحل

∵ ع² = ع.² + ٢ جـ ف

∴ ٠ = (٧٢ × $\frac{٥}{١٨}$)² + ٢ جـ × ٢٥٠   و منها : جـ = – ٠,٨ م/ث²

، و بفرض كتلة القطار = ك طن   ، ∵ – م = ك جـ

∴ – م = ك × ١٠٠٠ × (– ٠,٨)   ∴ م = ٨٠٠ ك نيوتن

∴ المقاومة لكل طن من الكتلة = ٨٠٠ نيوتن لكل طن

، ∵ ع = ع. + جـ ن   ∴ ٠ = ٧٢ × $\frac{٥}{١٨}$ – ٠,٨ ن   ∴ ن = ٢٥ ث

(١٥) دفع رجل سيارة ساكنة كتلتها ٩٨٠ كجم بقوة ثابتة فأصبحت سرعتها ٤٥ سم/ث بعد ٥ ثوانٍ أوجد بثقل الكيلوجرام القوة التى دفع بها الرجل السيارة إذا كانت المقاومة ٥٠ ث كجم

الحل

∵ ع = ع. + جـ ن

∴ ٠ = ٤٥ + جـ × ٥   و منها : جـ = ٩ سم/ث² = ٠,٠٩ م/ث²

، ∵ ق – م = ك جـ   ∴ ق – ٥٠ × ٩,٨ = ٩٨٠ × ٠,٠٩

∴ ق = ٥٧٨,٢ نيوتن = ٥٧٨,٢ ÷ ٩,٨ = ٥٩ ث كجم

(١٦) أوجد القوة الأفقية التى تشد بها قاطرة قطار كتلته ٢٤٥ طناً لتزيد سرعته إلى ١٨ كم/س بعد أن قطع كيلومتر واحد على طريق أفقية إذا كانت قوة المقاومة ٤ ث كجم لكل طن

الحل

∵ ع² = ع.² + ٢ جـ ف

∴ (١٨ × $\frac{٥}{١٨}$)² = ٠ + ٢ جـ × ١٠٠٠   و منها : جـ = $\frac{١}{٨٠}$ م/ث²

، ∵ ق – م = ك جـ   ∴ ق – ٤ × ٩,٨ × ٢٤٥ = ٢٤٥ × ١٠٠٠ × $\frac{١}{٨٠}$

∴ ق = ١٢٦٦٦,٥ نيوتن = ١٢٦٦٦,٥ ÷ ٩,٨ = ١٢٩٢,٥ ث كجم

(١٧) أثرت قوة أفقية مقدارها ١ ث طن على سيارة كتلتها ٤ أطنان تسير على طريق أفقى ، فإذا بدأت السيارة حركتها من السكون و بلغت سرعتها ٤,٩ م/ث فى ١٠ ثوانٍ أوجد مقدار المقاومة التى أثرت على السيارة

الحل



∵ ع = ع. + جـ ن

∴ ٤,٩ = ٠ + جـ × ١٠   و منها : جـ = ٠,٤٩ م/ث²

، ∵ ق – م = ك جـ   ∴ ١ × ١٠³ × ٩,٨ – م = ٤ × ١٠³ × ٠,٤٩

∴ م = ٧٨٤٠ نيوتن = ٧٨٤٠ ÷ ٩,٨ = ٨٠٠ ث كجم

(١٨) جسم كتلته ٢ كجم تؤثر عليه القوى $\overrightarrow{ق_١} = ٤\overrightarrow{س} + ٢\overrightarrow{ص}$ ، $\overrightarrow{ق_٢} = -\overrightarrow{س} + \overrightarrow{ص}$ حيث معيار ق بالنيوتن أوجد معيار $\overrightarrow{ح}$

الحل

$\because \overrightarrow{ق} = \overrightarrow{ق_١} + \overrightarrow{ق_٢} = ٣\overrightarrow{س} + ٣\overrightarrow{ص}$ ، $\overrightarrow{ق} = ك\,\overrightarrow{ح}$

$\therefore ٣\overrightarrow{س} + ٣\overrightarrow{ص} = ٢\overrightarrow{ح}$ $\therefore \overrightarrow{ح} = \frac{٣}{٢}\overrightarrow{س} + \frac{٣}{٢}\overrightarrow{ص}$

، $\|\overrightarrow{ح}\| = \sqrt{\frac{٩}{٤} + \frac{٩}{٤}} = \frac{٣}{٢}\sqrt{٢}$ م/ث^٢

(١٩) أثرت قوة $\overrightarrow{ق}$ على جسم كتلته ٥٠٠ جم فأكسبته عجلة $\overrightarrow{ح}$ حيث $\overrightarrow{ح} = ٥\overrightarrow{س} + ٢\overrightarrow{ص}$ فإذا كانت ح بوحدة م/ث^٢ فأوجد مقدار $\overrightarrow{ق}$ بوحدة نيوتن

الحل

$\because \overrightarrow{ق} = ك\,\overrightarrow{ح}$ $\therefore \overrightarrow{ق} = \frac{٥٠٠}{١٠٠٠} \times (٥\overrightarrow{س} + ٢\overrightarrow{ص})$

$\therefore \overrightarrow{ق} = \frac{٥}{٢}\overrightarrow{س} + \overrightarrow{ص}$ ، $\|\overrightarrow{ق}\| = \sqrt{\frac{٢٥}{٤} + ١} = \frac{١}{٢}\sqrt{٢٩}$ نيوتن

(٢٠) أوجد متجه عجلة الحركة $\overrightarrow{ح}$ التى اكتسبها جسم كتلته ٢ كجم إذا أثرت عليه القوى $\overrightarrow{ق_١} = ٢\overrightarrow{س} - ٣\overrightarrow{ص} + ٤\overrightarrow{ع}$ ، $\overrightarrow{ق_٢} = \overrightarrow{س} + ٥\overrightarrow{ص} + ٢\overrightarrow{ع}$ إذا كانت ق بوحدة النيوتن

الحل

$\because \overrightarrow{ق} = \overrightarrow{ق_١} + \overrightarrow{ق_٢} = ٣\overrightarrow{س} + ٢\overrightarrow{ص} + ٦\overrightarrow{ع}$ ، $\overrightarrow{ق} = ك\,\overrightarrow{ح}$

$\therefore ٣\overrightarrow{س} + ٢\overrightarrow{ص} + ٦\overrightarrow{ع} = ٢\overrightarrow{ح}$ $\therefore \overrightarrow{ح} = \frac{٣}{٢}\overrightarrow{س} + \overrightarrow{ص} + ٣\overrightarrow{ع}$

(٢١) القوى $\overrightarrow{ق_١} = أ\overrightarrow{س} + ب\overrightarrow{ص} + حـ\overrightarrow{ع}$ ، $\overrightarrow{ق_٢} = ٢\overrightarrow{س} - ٣\overrightarrow{ص} + \overrightarrow{ع}$ أثرت على جسم كتلته ٢ كجم فأكسبته عجلة $\overrightarrow{ح} = ٤\overrightarrow{س} + \overrightarrow{ع}$ أوجد أ ، ب ، حـ إذا كانت ق بوحدة النيوتن ، ح بوحدة م/ث^٢

الحل

$\because \overrightarrow{ق} = \overrightarrow{ق_١} + \overrightarrow{ق_٢} = (أ + ٢)\overrightarrow{س} + (ب - ٣)\overrightarrow{ص} + (حـ + ١)\overrightarrow{ع}$

، $\overrightarrow{ق} = ك\,\overrightarrow{ح}$

$\therefore (أ + ٢)\overrightarrow{س} + (ب - ٣)\overrightarrow{ص} + (حـ + ١)\overrightarrow{ع} = ٨\overrightarrow{س} + ٢\overrightarrow{ع}$

$\therefore أ + ٢ = ٨$ $\therefore أ = ٦$ ، $ب - ٣ = ٠$ $\therefore ب = ٣$

، $حـ + ١ = ٢$ $\therefore حـ = ١$

(٢٢) يتحرك جسم كتلته ٣ كجم تحت تأثير ثلاث قوى مستوية هى :

$\overrightarrow{ق_١} = ٢\overrightarrow{س} - ب\overrightarrow{ص}$ ، $\overrightarrow{ق_٢} = أ\overrightarrow{س} + \overrightarrow{ص}$ ،

$\overrightarrow{ق_٣} = ٣\overrightarrow{س} + ٢\overrightarrow{ص}$ حيث $\overrightarrow{س}$ ، $\overrightarrow{ص}$ متجها وحدة متعامدان فى مستوى القوى ، فإذا كان متجه الإزاحة يعطى كدالة فى الزمن بالعلاقة : $\overrightarrow{ف} = (ن^٢ + ١)\overrightarrow{س} + (٢ن^٢ + ٣)\overrightarrow{ص}$

عين قيمة كل من أ ، ب

الحل

$\because \overrightarrow{ق} = \overrightarrow{ق_١} + \overrightarrow{ق_٢} + \overrightarrow{ق_٣} = (أ + ٥)\overrightarrow{س} + (٣ - ب)\overrightarrow{ص}$

، $\because \overrightarrow{ع} = \frac{ء\overrightarrow{ف}}{ءن} = ٢ن\overrightarrow{س} + ٤ن\overrightarrow{ص}$

، $\overrightarrow{ح} = \frac{ء\overrightarrow{ع}}{ءن} = ٢\overrightarrow{س} + ٤\overrightarrow{ص}$ ، $\overrightarrow{ق} = ك\,\overrightarrow{ح}$

$\therefore (أ + ٥)\overrightarrow{س} + (٣ - ب)\overrightarrow{ص} = ٣ \times (٢\overrightarrow{س} + ٤\overrightarrow{ص})$

ومنها : $أ + ٥ = ٦$ $\therefore أ = ١$

، $٣ - ب = ١٢$ $\therefore ب = -٩$

(٢٣) جسم كتلته $\text{ك} = (2\text{ن} + 5)$ كجم و متجه موضعه $\overrightarrow{\text{ر}} = (\frac{1}{2}\text{ن}^2 + \text{ن} - 5)\,\overrightarrow{\text{ى}}$ حيث $\overrightarrow{\text{ى}}$ متجه وحدة ثابت ، ر مقاسة بالمتر ، ن بالثانية أوجد :

أولاً : متجهى السرعة و العجلة للجسم عند أى لحظة ن

ثانياً : مقدار القوة المؤثرة على الجسم عند $\text{ن} = 10$ ثانية

الحل

أولاً : $\overrightarrow{\text{ع}} = \frac{\text{ء}\overrightarrow{\text{ر}}}{\text{ءن}} = (\text{ن} + 1)\,\overrightarrow{\text{ى}}$ ، $\overrightarrow{\text{جـ}} = \frac{\text{ء}\overrightarrow{\text{ع}}}{\text{ءن}} = 1\,\overrightarrow{\text{ى}}$

ثانياً : $\because \overrightarrow{\text{ق}} = \frac{\text{ء}}{\text{ءن}}(\text{ك}\,\overrightarrow{\text{ع}})$

$\therefore \overrightarrow{\text{ق}} = \frac{\text{ء}}{\text{ءن}}\left[(2\text{ن} + 5)(\text{ن} + 1)\right]\overrightarrow{\text{ى}}$

$= \frac{\text{ء}}{\text{ءن}}(2\text{ن}^2 + 7\text{ن} + 5)\,\overrightarrow{\text{ى}}$

$= (4\text{ن} + 7)\,\overrightarrow{\text{ى}}$ $\therefore \text{ق} = 4\text{ن} + 7$ نيوتن

، عند : $\text{ن} = 10$ فإن : $\text{ق} = 47$ نيوتن

(٢٤) كرة معدنية كتلتها ١٥٠ جم تتحرك بسرعة منتظمة ١٢ م/ث وسط غبار يلتصق بسطحها بمعدل ثابت يساوى ٠,٥ جم فى الثانية أوجد كتلة الكرة و القوة بالداين المؤثرة عليها عند أى لحظة

الحل

$\because \text{ك} = \text{ك}_{\circ} + \frac{\text{ءك}}{\text{ءن}} \times \text{ن}$

$\therefore \text{ك} = (150 + 0.5\,\text{ن})$ جم و هى كتلة الكرة عند أى لحظة

$\because \text{ق} = \frac{\text{ء}}{\text{ءن}}(\text{ك}\,\text{ع})$ $\therefore \text{ق} = \frac{\text{ء}}{\text{ءن}}\left[(150 + 0.5\,\text{ن}) \times 1200\right]$

$\therefore \text{ق} = \frac{\text{ء}}{\text{ءن}}(18 \times 10^4 + 600\,\text{ن}) = 600$ داين

أى أن : القوة المؤثرة عليها عند أى لحظة = ٦٠٠ داين

(٢٥) كرة معدنية كتلتها ١٠ جم تتحرك فى خط مستقيم داخل وسط محمل بالغبار الذى يلتصق بسطحها بمعدل جرام واحد لكل ثانية فإذا كانت ازاحة هذه الكرة فى نهاية فترة زمنية ن هى :
$\overrightarrow{\text{ف}} = (\text{ن}^2 + 3\text{ن})\,\overrightarrow{\text{س}}$ حيث $\overrightarrow{\text{س}}$ متجه وحدة فى اتجاه حركتها فأوجد القوة المؤثرة على الكرة عند أى لحظة زمنية ن و احسب معيارها عند $\text{ن} = 3$ ثوانى إذا علم أن معيار الازاحة يقاس بالسنتيمتر

الحل

$\because \text{ك} = \text{ك}_{\circ} + \frac{\text{ءك}}{\text{ءن}} \times \text{ن}$ $\therefore \text{ك} = (10 + 1\,\text{ن})$ جم

$\because \overrightarrow{\text{ع}} = \frac{\text{ء}\overrightarrow{\text{ف}}}{\text{ءن}} = (2\text{ن} + 3)\,\overrightarrow{\text{س}}$ ، $\overrightarrow{\text{ق}} = \frac{\text{ء}}{\text{ءن}}(\text{ك}\,\overrightarrow{\text{ع}})$

$\therefore \overrightarrow{\text{ق}} = \frac{\text{ء}}{\text{ءن}}\left[(10 + \text{ن})(2\text{ن} + 3)\right]\overrightarrow{\text{س}}$

$\therefore \overrightarrow{\text{ق}} = \frac{\text{ء}}{\text{ءن}}(2\text{ن}^2 + 23\,\text{ن} + 30)\,\overrightarrow{\text{س}}$

$= (4\text{ن} + 23)\,\overrightarrow{\text{س}}$ $\therefore \text{ق} = 4\text{ن} + 23$ داين

، عند : $\text{ن} = 3$ فإن : $\text{ق} = 35$ داين

(٢٦) يتحرك جسم متغير الكتلة فى خط مستقيم و كانت كتلته عند أى لحظة زمنية ن تساوى $\text{ك} = (4\text{ن} + 1)$ جرام و كان متجه ازاحته يعطى بالعلاقة $\overrightarrow{\text{ف}} = (\text{ن}^2 + 2\text{ن})\,\overrightarrow{\text{س}}$ حيث $\overrightarrow{\text{س}}$ متجه وحدة ثابت مواز للخط المستقيم ، ن الزمن بالثانية ، ف المسافة بالمتر أوجد :

[١] متجه كمية الحركة

[٢] معيار القوة المؤثرة على الجسم عندما $\text{ن} = 4$

الحل

[١] ∵ ع⃖ = ءف⃖ / ءن = (٢ن + ٢) س⃖ ، م⃖ = ك ع⃖

∴ م⃖ = (٤ن + ١)(٢ن + ٢) س⃖ = (٨ ن^{٢} + ١٠ ن + ٢) س⃖

[٢] ∵ ق⃖ = ء/ءن (ك ع⃖) = ء/ءن (م⃖)

∴ ق⃖ = ء/ءن (٨ ن^{٢} + ١٠ ن + ٢) س⃖ = (١٦ن + ١٠) س⃖

∴ ق = ٤ن + ٢٣ داين ، عند : ن = ٤

فإن : ق = ١٦ × ٤ + ١٠ = ٧٤ داين

(٢٧) أثرت قوة ق = ٣ن + ١ على جسم ساكن كتلته ٤ كجم مبتدئاً من السكون من نقطة أصل (و) على خط مستقيم

(أ) أوجد ع عندما : ن = ٢ ثانية

(ب) أوجد ف عندما : ن = ٢ ثانية علماً بأن ق بوحدة نيوتن

الحل

∵ ق = ك حـ ∴ ٣ن + ١ = ٤ حـ ∴ حـ = (٣/٤ ن + ١/٤) م/ث^{٢}

(أ) ∵ ع = ∫$_{٠}^{ن}$ حـ ءن ∴ ع = ∫$_{٠}^{٢}$ (٣/٤ ن + ١/٤) ءن

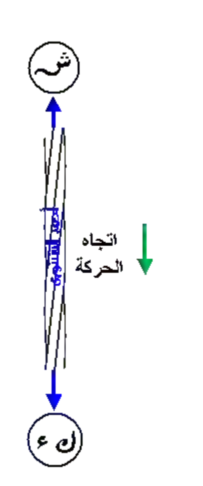
∴ ع = [(٣/٨ ن^{٢} + ١/٤ ن)]$_{٠}^{٢}$ = ٣/٢ + ١/٢ = ٢ م/ث

(ب) ف = ∫$_{٠}^{ن}$ ع ءن ∴ ف = ∫$_{٠}^{٢}$ (٣/٨ ن^{٢} + ١/٤ ن) ءن

∴ ف = [(١/٨ ن^{٣} + ١/٨ ن^{٢})]$_{٠}^{٢}$ = ١ + ١/٢ = ١,٥ م

(٢٨) أوجد أقل عجلة ينزلق بها رجل كتلته ٧٥ كجم على حبل النجاة من الحريق إذا كان الحبل لا يتحمل شداً يزيد عن ٥٠ ث كجم ثم أوجد سرعة الرجل بعد أن يهبط ٣٠ متراً علماً بأن العجلة منتظمة

الحل



∵ ك ء − ش = ك حـ

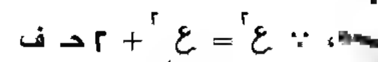
∴ ٧٥ × ٩,٨ − ٥٠ × ٩,٨ = ٥٠ حـ

و منها : حـ = ٤٩/١٥ = ٣ ٤/١٥ م/ث^{٢}

، ∵ الحبل لا يتحمل شداً يزيد عن ٥٠ ث كجم

∴ حـ ≤ ٣ ٤/١٥ م/ث^{٢}

، أقل عجلة ينزلق بها الرجل = ٣ ٤/١٥ م/ث^{٢}



، ∵ ع^{٢} = ع$_{٠}^{٢}$ + ٢ حـ ف

∴ ع^{٢} = ٠ + ٢ × ٤٩/١٥ × ٣٠ و منها : ع = ١٤ م/ث

(٢٩) رصاصة كتلتها ٢٠ جراماً اصطدمت بحاجز ثابت من الخشب عندما كانت سرعتها ٧٠٠ متر / ثانية فغاصت فيه مسافة ٥ سم احسب بثقل الكيلوجرام مقاومة الخشب بفرض أنها ثابتة

الحل

اتجاه الحركة

م

٥ سم

∵ ع^{٢} = ع$_{٠}^{٢}$ + ٢ حـ ف

∴ ٠ = (٧٠٠)^{٢} + ٢ × حـ × ٠,٠٥

و منها : حـ = − ٤٩ × ١٠^{٥} م/ث^{٢}

، ∵ − م = ك حـ ∴ − م = ٢٠/١٠٠٠ × (− ٤٩ × ١٠^{٥})

∴ م = ٩٨ × ١٠^{٣} = ٩٨ × ١٠^{٣} ÷ ٩,٨ = ١٠^{٤} ث كجم

(٣٠) سقط جسم كتلته ٢ كجم من ارتفاع ١٠ أمتار نحو أرض رملية فغاص فيها مسافة ٥ سم
احسب بثقل الكيلوجرام مقاومة الرمل بفرض أنها ثابتة

الحل

حركة الجسم فى مرحلة السقوط :

∵ ع² = ع٠² + ٢ ء ف

∴ ع² = ٠ + ٢ × ٩,٨ × ١٠

و منها : ع = ١٤ م/ث

، و هى السرعة التى يبدأ الغوص بها فى الرمل

حركة الجسم داخل الرمل :

∵ ع² = ع٠² + ٢ حـ ف

∴ ٠ = (١٤)² + ٢ × حـ × ٠,٠٥

و منها : حـ = − ١٩٦٠ م/ث²

، ∵ ك ء − م = ك حـ

∴ ٢ × ٩,٨ − م = ٢ × (− ١٩٦٠)

∴ م = ٣٩٣٩,٦ = ٣٩٣٩,٦ ÷ ٩,٨ = ٤٠٢ ث كجم

(٣١) قطار كتلته ٢٤٥ طناً (بما فى ذلك القاطرة) يتحرك بعجلة منتظمة ١٥ سم/ث² على طريق مستقيم أفقى ، فإذا كانت مقاومة الهواء و الاحتكاك ٧٥ ث كجم لكل طن من كتلة القطار فأوجد بثقل الكيلوجرام قوة آلات القاطرة ، و إذا أنفصلت العربة الأخيرة و كتلتها ٤٩ طناً بعد أن تحرك القطار من السكون لمدة ٤,٩ دقيقة فأوجد الزمن اللازم الذى تأخذه العربة المنفصلة حتى تقف

الحل

حركة القطار قبل انفصال العربة :

∵ ق − م = ك حـ

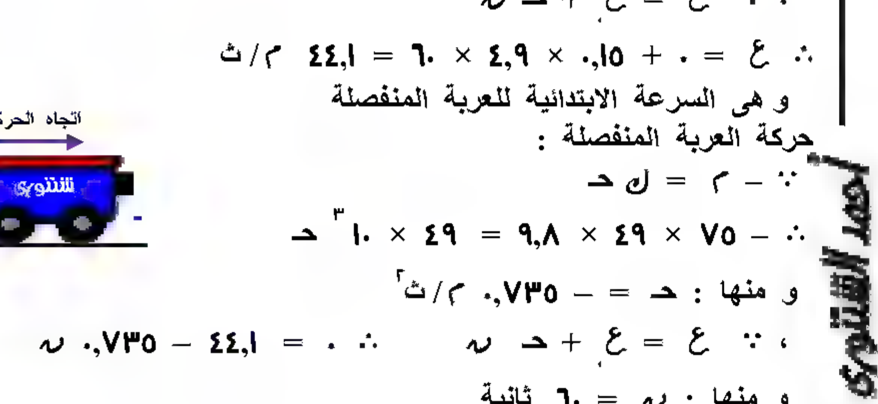
∴ ق − ٧٥ × ٢٤٥ × ٩,٨ = ٢٤٥ × ١٠³ × ٠,١٥

∴ ق = ٢١٦٨٢٥ نيوتن = ٢١٦٨٢٥ ÷ ٩,٨ = ٢٢١٢٥ ث كجم

، ∵ ع = ع٠ + حـ ن

∴ ع = ٠ + ٠,١٥ × ٤,٩ × ٦٠ = ٤٤,١ م/ث

و هى السرعة الابتدائية للعربة المنفصلة



حركة العربة المنفصلة :

∵ − م = ك حـ

∴ − ٧٥ × ٤٩ × ٩,٨ = ٤٩ × ١٠³ حـ

و منها : حـ = − ٠,٧٣٥ م/ث²

، ∵ ع = ع٠ + حـ ن ∴ ٠ = ٤٤,١ − ٠,٧٣٥ ن

و منها : ن = ٦٠ ثانية

٢ – ٤　القانون الثالث لنيوتن

لكل فعل رد فعل مساوٍ له فى المقدار و مضاد له فى الاتجاه

الضغط و رد الفعل :

إذا وضع جسم ساكن كتلته ك على مستوى أفقى فإن الجسم يؤثر على المستوى بقوة ضغط (ض) تسمى " الفعل " رأسياً لأسفل و تساوى فى هذه الحالة وزن الجسم و تنشأ عن ذلك قوة رد فعل المستوى (ر) رأسياً لأعلى و تسمى " رد الفعل " و تساوى تماماً ضغط الجسم على المستوى (ض = ر) طبقاً للقانون الثالث لنيوتن و القوتان متساويتان فى المقدار متضادتان فى الاتجاه و خط عملهما واحد

ر
ض

ملاحظات :

(١) لاحظ الفرق بين :

١) القوتان (ض " الفعل " ، ر " رد الفعل ") لا تؤثران على نفس الجسم فقوة الفعل (ض) تؤثر على المستوى بينما قوة رد الفعل (ر) تؤثر على الجسم لذا لا تسببان اتزاناً

٢) فى الشكل المقابل :

القوتان (ر ، و) تؤثران على نفس الجسم و طبقاً لشروط الاتزان فإن : (ر = و)
و هما قوتان متساويتان فى المقدار و متضادتان فى الاتجاه و خط عملهما واحد

ر
و

(٢) يتغير ضغط الجسم على المستوى كلما تحرك المستوى صعوداً أو هبوطاً ، و يعرف الضغط فى هذه الحالة بالوزن الظاهرى

حركة المصاعد :

تعتبر حركة المصاعد من أشهر تطبيقات الفعل و رد الفعل فعندما يقف شخص كتلته ك داخل مصعد كتلته ك/ فإن هناك مجموعة من القوى المؤثرة على كل منهما

القوى المؤثرة على شخص داخل المصعد :

يؤثر على الشخص داخل المصعد قوتان هى :

(١) وزن الشخص = ك ء
و يؤثر رأسياً لأسفل مهما كان اتجاه حركة المصعد

(٢) رد فعل المصعد على الشخص = ر
و يؤثر رأسياً لأعلى مهما كان اتجاه حركة المصعد

ر
ك ء

معادلة حركة الشخص :

[١] عندما يكون المصعد ساكناً أو متحركاً حركة منتظمة (سرعة ثابتة " منتظمة " لأعلى أو لأسفل)
فإن معادلة الشخص هى : ك ء = ر

[٢] عندما يكون المصعد صاعداً بعجلة منتظمة (حـ)
فإن معادلة الشخص هى : ك حـ = ر – ك ء

[٣] عندما يكون المصعد هابطاً بعجلة منتظمة (حـ)
فإن معادلة الشخص هى : ك حـ = ك ء – ر

إجابة تفكير ناقد صفحة ١٧٥

ماذا تتوقع أن يكون رد فعل المصعد على الرجل إذا سقط بعجلة مساوية لعجلة الجاذبية ؟

الحل

∵ المصعد هابط بعجلة مساوية لعجلة الجاذبية　　∴ ك ء = ك ء – ر
∴ ر = صفر　　أى أن : رد فعل المصعد على الرجل ينعدم فى هذه الحالة

القوى المؤثرة على المصعد فقط و الشخص بداخله :

يؤثر على المصعد ثلاث قوى عندما يكون الشخص بداخله هى :

(١) وزن المصعد فقط = ك/ ء
و يؤثر رأسياً لأسفل مهما كان اتجاه حركة المصعد

(٢) ضغط الشخص على أرضية المصعد = ض
و يؤثر رأسياً لأسفل مهما كان اتجاه حركة المصعد

(٣) الشد فى الحبل الذى يحمل المصعد = ش
و يؤثر رأسياً لأعلى مهما كان اتجاه حركة المصعد

معادلة حركة المصعد :

[١] عندما يكون المصعد صاعداً بعجلة منتظمة (حـ)
فإن معادلة الشخص هى : ك/ حـ = ش – ض – ك/ ء

[٢] عندما يكون المصعد هابطاً بعجلة منتظمة (حـ)
فإن معادلة الشخص هى : ك/ حـ = ك/ ء + ض – ش

القوى المؤثرة على المصعد و الشخص معاً :

يؤثر على المصعد و الشخص معاً قوتان هما :

(١) وزن المجموعة (المصعد و المصعد)
= (ك + ك/) ء
و يؤثر رأسياً لأسفل مهما كان اتجاه حركة المصعد

(٢) الشد فى الحبل الذى يحمل المصعد = ش
و يؤثر رأسياً لأعلى مهما كان اتجاه حركة المصعد

ملاحظة :
ضغط الرجل على أرضية المصعد يساوى و يضاد رد فعل المصعد على الرجل

معادلة حركة المجموعة :

[١] عندما يكون المصعد صاعداً بعجلة منتظمة (حـ)
فإن معادلة الشخص هى :
(ك + ك/) حـ = ش – (ك + ك/) ء

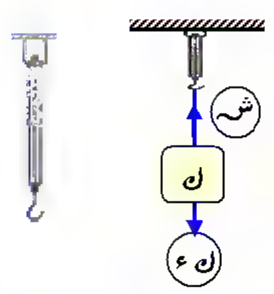
[٣] عندما يكون المصعد هابطاً بعجلة منتظمة (حـ)
فإن معادلة الشخص هى :
(ك + ك/) حـ = (ك + ك/) ء – ش

أنواع الموازين :

(١) الميزان المعتاد ذو الكفتين :
هو الوحيد الذى يقيس الوزن الحقيقى فى كل الظروف و الأجواء
أى أن : قراءة الميزان = ك ء

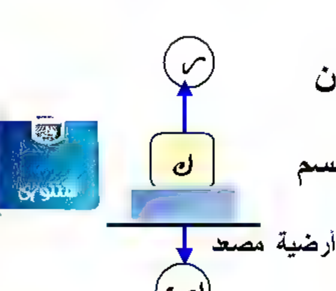
(٢) ميزان الزنبرك :





عندما يعلق جسم كتلته ك فى سلك ميزان زنبرك مثبت فى سقف مصعد فإن قراءة الميزان تعبر عن الشد الحادث فى سلك الميزان
أى أن : قراءة الميزان = ش

(٣) ميزان الضغط :



عندما يوضع جسم كتلته ك على ميزان ضغط مثبت فى أرضية مصعد فإن قراءة الميزان تعبر عن ضغط الجسم على الميزان
أى أن : قراءة الميزان = ر



ملاحظات :

(١) الوزن الحقيقى (ك ء) هو الوزن الذى يسجله الميزان المعتاد أو ميزان (الزنبرك أو الضغط) أثناء السكون أو الحركة المنتظمة

(٢) الوزن الظاهرى هو الوزن الذى يسجله ميزان (الزنبرك أو الضغط) (قراءة الميزان) أثناء الحركة بعجلة منتظمة

(٣) إذا كانت : قراءة الميزان > الوزن الحقيقى

" ر > ك ء ، ش > ك ء " فإن المصعد :

١) صاعداً بعجلة تزايدية ، و اتجاه الحركة يكون لأعلى ، و اتجاه العجلة يكون لأعلى

٢) هابطاً بعجلة تقصيرية ، و اتجاه الحركة يكون لأسفل ، و اتجاه العجلة يكون لأعلى

(٤) إذا كانت : قراءة الميزان < الوزن الحقيقى

" ر < ك ء ، ش < ك ء " فإن المصعد :

١) صاعداً بعجلة تقصيرية ، و اتجاه الحركة يكون لأعلى ، و اتجاه العجلة يكون لأسفل

٢) هابطاً بعجلة تزايدية ، و اتجاه الحركة يكون لأسفل ، و اتجاه العجلة يكون لأسفل

(٥) إذا كانت : قراءة الميزان = الوزن الحقيقى

" ر = ك ء ، ش = ك ء " فإن المصعد يكون ساكناً أو متحركاً بسرعة منتظمة

(٦) إذا تحرك مصعد لأعلى بعجلة منتظمة و تحرك لأسفل بالعجلة نفسها فإن : قراءة الميزان فى حالة الصعود + قراءة الميزان فى حالة الهبوط = ضعف الوزن الحقيقى

إجابة حاول أن تحل (١) صفحة ١٧٧

شخص كتلته ٦٠ كجم يقف داخل مصعد ، أحسب بثقل الكيلوجرام ضغط الرجل على أرضية المصعد فى كل من الحالات الآتية :

١) إذا كان المصعد ساكناً

٢) إذا كان المصعد يتحرك لأعلى بعجلة تزايدية قدرها ٤٩ سم / ث٢

٣) إذا كان المصعد يتحرك لأسفل بعجلة تزايدية قدرها ٤٩ سم / ث٢

الحل

١) ∵ المصعد ساكناً ∴ ر = ك ء ∴ ر = ض = ٦٠ ث كجم

٢) ∵ المصعد يتحرك لأعلى بعجلة تزايدية قدرها ٤٩ سم / ث٢

∴ ك ح = ر − ك ء

∴ ٦٠ × ٠,٤٩ = ر − ٦٠ × ٩,٨

∴ ر = ٦٠ × ٠,٤٩ + ٦٠ × ٩,٨

∴ ر = ض = ٦١٧,٤ نيوتن = ٦١٧,٤ ÷ ٩,٨ = ٦٣ ث كجم

٣) ∵ المصعد يتحرك لأسفل بعجلة تزايدية قدرها ٤٩ سم / ث٢

∴ ك ح = ك ء − ر

∴ ٦٠ × ٠,٤٩ = ٦٠ × ٩,٨ − ر

∴ ر = ٦٠ × ٩,٨ − ٦٠ × ٠,٤٩

∴ ر = ض = ٥٥٨,٦ نيوتن = ٥٥٨,٦ ÷ ٩,٨ = ٥٧ ث كجم

إجابة حاول أن تحل (٢) صفحة ١٧٨

جسم وزنه الحقيقى ٢٤٠ ث كجم معلق فى سلك ميزان زنبركى مثبت فى سقف مصعد ، و وزنه الظاهرى ٢٧٦ ث كجم كما يعينه الميزان بين أن عجلة الحركة للمصعد لها قيمتان ، فأوجدهما و عين اتجاه الحركة

الحل

∵ ش = ٢٧٦ ث جم ، ل ء = ٢٤٠ ث جم ∴ ش > ل ء

∴ المصعد يتحرك صاعداً بعجلة تزايدية (حـ)

أو هابطاً بعجلة تقصيرية (حـ)

أى أن : عجلة الحركة للمصعد قيمتان

∴ ل حـ = ش − ل ء

∴ ٢٤٠ حـ = ٢٧٦ × ٩,٨ − ٢٤٠ × ٩,٨

و منها : حـ = ١,٤٧ م/ث² و اتجاه الحركة لأعلى

إجابة حاول أن تحل (٣) صفحة ١٧٩

رجل كتلته ٧٠ كجم يقف على أرضية مصعد كهربى كتلته ٤٢٠ كجم فإذا تحرك المصعد رأسياً لأعلى بعجلة مقدارها ٧٠ سم / ث² أوجد بثقل الكيلوجرام مقدار الشد فى الحبل الذى يحمل المصعد و ضغط الرجل على أرضية المصعد

الحل



حركة المجموعة :

∵ كتلة المصعد بما فيه = ل + ل

= ٧٠ + ٤٢٠ = ٤٩٠ كجم

∴ (ل + ل) حـ = ش − (ل + ل) ء

∴ ٤٩٠ × ٠,٧ = ش − ٤٩٠ × ٩,٨

∴ ش = ٤٩٠ × ٠,٧ + ٤٩٠ × ٩,٨

= ٥١٤٥ نيوتن = ٥١٤٥ ÷ ٩,٨ = ٥٢٥ ث كجم

حركة الرجل :

∵ كتلة الرجل = ل = ٧٠ كجم

∴ ل حـ = ر − ل ء ∴ ٧٠ × ٠,٧ = ر − ٧٠ × ٩,٨

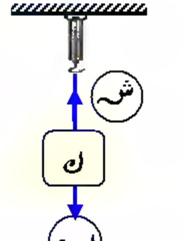
∴ ر = ض = ٧٠ × ٠,٧ + ٧٠ × ٩,٨

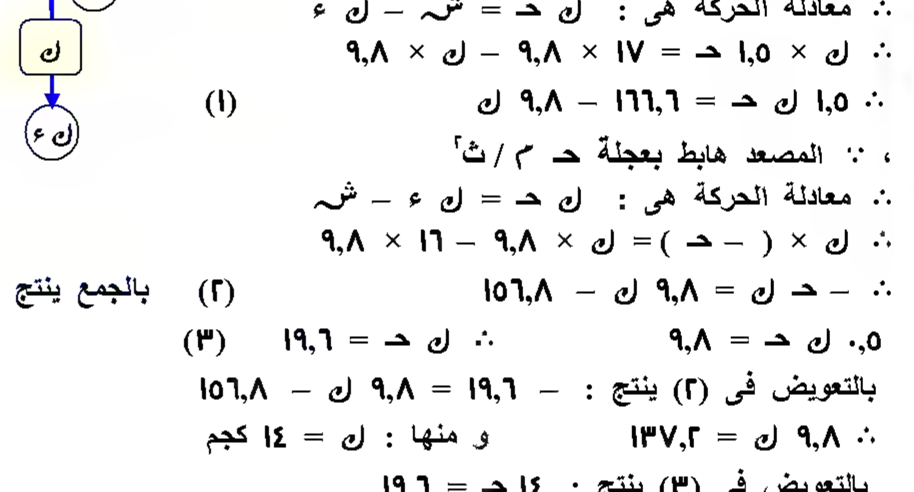
= ٧٣٥ نيوتن = ٧٣٥ ÷ ٩,٨ = ٧٥ ث كجم

إجابة حاول أن تحل (٤) صفحة ١٨٠

علق جسم فى ميزان زنبركى مثبت فى سقف مصعد فسجل القراءة ١٧ ث كجم عندما المصعد صاعداً لأعلى بعجلة ١,٥ حـ م/ث² ، و سجل القراءة ١٦ ث كجم عندما المصعد هابطاً بتقصير منتظم مقداره حـ م/ث² ، أوجد كتلة الجسم و مقدار حـ

الحل





∵ المصعد صاعد بعجلة ١,٥ حـ م/ث²

∴ معادلة الحركة هى : ل حـ = ش − ل ء

∴ ل × ١,٥ حـ = ١٧ × ٩,٨ − ل × ٩,٨

∴ ١,٥ ل حـ = ١٦٦,٦ − ٩,٨ ل (١)

، ∵ المصعد هابط بعجلة حـ م/ث²

∴ معادلة الحركة هى : ل حـ = ل ء − ش

∴ ل × (− حـ) = ل × ٩,٨ − ١٦ × ٩,٨

∴ − حـ ل = ٩,٨ ل − ١٥٦,٨ (٢) بالجمع ينتج :

٠,٥ ل حـ = ٩,٨ ∴ ل حـ = ١٩,٦ (٣)

بالتعويض فى (٢) ينتج : − ١٩,٦ = ٩,٨ ل − ١٥٦,٨

∴ ٩,٨ ل = ١٣٧,٢ و منها : ل = ١٤ كجم

بالتعويض فى (٣) ينتج : ١٤ حـ = ١٩,٦

و منها : حـ = ١,٤ م/ث²

حل تمارين (٢ – ٤) صفحة ١٨٠ بالكتاب المدرسى

أكمل كلاً مما يأتى :

(١) جسم كتلته ٧٠ كجم موضوع على ميزان ضغط على أرضية مصعد متحرك بعجلة منتظمة ١,٤ م / ث٢ لأسفل
فإن قراءة الميزان = ... ث كجم

(٢) علق جسم فى خطاف ميزان زنبركى معلق فى سقف مصعد فسجل القراءة ٣٩٠ ث جم عندما كان صاعداً لأعلى :
إذا كات عجلة الحركة – ٧٠ سم / ث٢ فإن كتلة الجسم = ... جم
إذا كانت كتلة الجسم ٣٥٠ جم فإن عجلة الحركة = ... سم / ث٢

(٣) شخص يقف على ميزان ضغط مثبت فى أرضية مصعد فسجل القراءة ٧٥ ث كجم عندما كان متحركاً لأعلى بعجلة حـ م / ث٢ ، سجل القراءة ٦٩ ث كجم عندما كان متحركاً لأسفل بالعجلة نفسها
فإن وزن الشخص الحقيقى = ... ث كجم

(٤) يقف طفل على ميزان ضغط داخل مصعد متحرك لأسفل بعجلة ١,٤ م / ث٢
إذا كانت قراءة الميزان ٣٠ ث كجم فإن وزن الطفل = ... ث كجم
إذا كان وزن الطفل ٤٩ ث كجم فإن قراءة الميزان = ... ث كجم

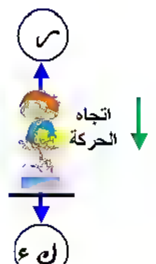
الحل

(١) ∵ المصعد يتحرك لأسفل ∴ ك حـ = ك ء – ر
∴ ٧٠ × ١,٤ = ٧٠ × ٩,٨ – ر
∴ ر = ٧٠ × ٩,٨ – ٧٠ × ١,٤ = ٥٨٨ نيوتن
= ٥٨٨ ÷ ٩,٨ = ٦٠ نيوتن

(٢) ∵ المصعد يتحرك لأعلى ∴ ك حـ = ش – ك ء
و عندما : حـ = – ٧٠ سم / ث٢ فإن :
ك × (– ٧٠) = ٣٩٠ × ٩٨٠ – ك × ٩٨٠
∴ ٩١٠ ك = ٣٨٢٢٠٠ ∴ ك = ٤٢٠ جم
و عندما : ك = ٣٥٠ جم فإن :
٣٥٠ حـ = ٣٩٠ × ٩٨٠ – ٣٥٠ × ٩٨٠
∴ ٣٥٠ حـ = ٣٩٢٠٠ ∴ حـ = ١١٢ سم / ث٢

(٣) ∵ المصعد يتحرك لأعلى بعجلة حـ م / ث٢
∴ ك حـ = ر – ك ء
∴ ك حـ = ٧٥ × ٩,٨ – ك × ٩,٨ (١)
، المصعد يتحرك لأسفل بعجلة حـ م / ث٢
∴ ك حـ = ك ء – ر
∴ ك حـ = ك × ٩,٨ – ٦٩ × ٩,٨ (٢)
بطرح (٢) من (١) ينتج : ٠ = – ٢ ك × ٩,٨ + ١٤٤ × ٩,٨
٢ ك × ٩,٨ = ١٤٤ × ٩,٨ ∴ ك = ٧٢ كجم
∴ وزن الشخص الحقيقى = ٧٢ ث كجم

حل آخر
∵ المصعد يتحرك لأعلى ثم يتحرك لأسفل بنفس العجلة
∴ ضعف وزن الشخص الحقيقى = قراءة الميزان فى حالة الصعود + قراءة الميزان فى حالة الهبوط
∴ ٢ × وزن الشخص الحقيقى = ٧٥ + ٦٩
∴ وزن الشخص الحقيقى = ٧٢ ث كجم



(٤) ∵ المصعد يتحرك لأسفل ∴ ك حـ = ك ء – ر
عندما تكون : قراءة الميزان ٣٠ ث كجم فإن :
ك × ١,٤ = ك × ٩,٨ – ٣٠ × ٩,٨

∴ ٨,٤ ك = ٣٠ × ٩,٨ ∴ ك = ٣٥ كجم

عندما يكون : وزن الطفل ٤٩ ث كجم فإن :

٤٩ × ١,٤ = ٤٩ × ٩,٨ − ر

∴ ر = ٤٩ × ٩,٨ − ٤٩ × ١,٤ = ٤١١,٦ نيوتن

= ٤١١,٦ ÷ ٩,٨ = ٤٢ ث كجم

أجب عن الأسئلة الآتية :

(٥) يقف شخص كتلته ٨٠ كجم على ميزان ضغط مثبت فى أرضية

أوجد قراءة الميزان فى كل من الحالات الآتية :

(أ) إذا كان المصعد يتحرك بسرعة منتظمة

(ب) إذا كان المصعد يتحرك لأعلى بعجلة تقصيرية مقدارها ٤٤,١ سم / ث²

(حـ) إذا كان المصعد يتحرك لأسفل بعجلة تزايدية مقدارها ٢٩,٤ سم / ث²

الحل

(أ) ∵ المصعد يتحرك بسرعة منتظمة

∴ ر = ك ء ∴ ر = ٨٠ ث كجم

(ب) ∵ المصعد يتحرك لأعلى بعجلة تقصيرية

∴ ك جـ = ر − ك ء

∴ ٨٠ × (− ٤٤,١ ÷ ١٠٠) = ر − ٨٠ × ٩,٨

∴ ر = ٨٠ × ٩,٨ − ٨٠ × ٠,٤٤١

∴ ر = ٧٤٨,٧٢ نيوتن = ٧٤٨,٧٢ ÷ ٩,٨ = ٧٦,٤ ث كجم

أى أن : قراءة الميزان = ٧٦,٤ ث كجم

(حـ) ∵ المصعد يتحرك لأسفل بعجلة تزايدية

∴ ك جـ = ك ء − ر

∴ ٨٠ × (٢٩,٤ ÷ ١٠٠) = ٨٠ × ٩,٨ − ر

∴ ر = ٨٠ × ٩,٨ − ٨٠ × ٠,٢٩٤

∴ ر = ٦٧٠,٤٨ نيوتن = ٦٧٠,٤٨ ÷ ٩,٨ = ٧٧,٦ ث كجم

أى أن : قراءة الميزان = ٧٧,٦ ث كجم

(٦) جسم كتلته ك معلق فى سلك ميزان زنبركى مثبت فى سقف مصعد

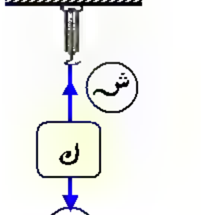
أوجد ك فى كل من الحالات الآتية :

(أ) إذا كان المصعد يتحرك لأعلى بعجلة تزايدية مقدارها ٩٨ سم / ث² ، و قراءة الميزان ٤٤ ث جم

(ب) إذا كان المصعد يتحرك لأسفل بعجلة تزايدية مقدارها ١٤٠ سم / ث² ، و قراءة الميزان ٢١٠ ث جم

(حـ) إذا كان المصعد ساكن ، و قراءة الميزان ١٠٠ ث جم

الحل



(أ) ∵ المصعد يتحرك لأعلى بعجلة تزايدية

∴ ك جـ = ش − ك ء

∴ ك × ٩٨ = ٤٤ × ٩٨٠ − ك × ٩٨٠

∴ ٩٨ ك + ٩٨٠ ك = ٤٤ × ٩٨٠

∴ ١٠٧٨ ك = ٤٣١٢٠ ∴ ك = ٤٠ جم

(ب) ∵ المصعد يتحرك لأعلى بعجلة تزايدية

∴ ك جـ = ك ء − ش

∴ ك × ١٤٠ = ك × ٩٨٠ − ٢١٠ × ٩٨٠

∴ ٩٨٠ ك − ١٤٠ ك = ٢١٠ × ٩٨٠

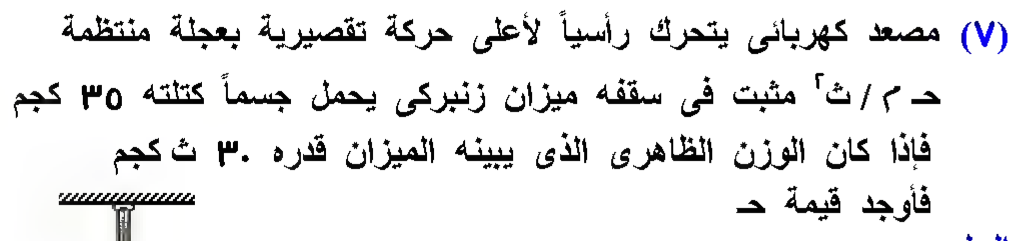
∴ ٨٤٠ ك = ٢٠٥٨٠٠ ∴ ك = ٢٤٥ جم

(حـ) ∵ المصعد ساكن

∴ ش = ك ء

∴ ١٠٠ × ٩٨٠ = ك × ٩٨٠ ∴ ك = ١٠٠ جم

(٧) مصعد كهربائى يتحرك رأسياً لأعلى حركة تقصيرية بعجلة منتظمة حـ م / ث² مثبت فى سقفه ميزان زنبركى يحمل جسماً كتلته ٣٥ كجم فإذا كان الوزن الظاهرى الذى يبينه الميزان قدره ٣٠ ث كجم فأوجد قيمة حـ



الحل

∵ المصعد يتحرك لأعلى بعجلة تقصيرية

∴ ك حـ = ش – ك ء

∴ ٣٥ × (– حـ) = ٣٠ × ٩,٨ – ٣٥ × ٩,٨

∴ – ٣٥ حـ = – ٤٩ و منها : حـ = ١,٤ م / ث²

(٨) وضع جسم على ميزان ضغط مثبت فى أرضية مصعد فسجل القراءة ١٤ ث كجم عندما كان المصعد ساكناً أوجد بثقل الكجم قراءة الميزان يتحرك رأسياً لأعلى بعجلة منتظمة قدرها ٧٠ سم / ث²

الحل

عندما يكون المصعد ساكناً فإن : ر = ك ء

∴ ١٤ × ٩,٨ = ك × ٩,٨ ∴ ك = ١٤ كجم

عندما يتحرك المصعد لأعلى فإن : ك حـ = ر – ك ء

∴ ١٤ × ٠,٧ = ر – ١٤ × ٩,٨

∴ ر = ١٤ × ٠,٧ + ١٤ × ٩,٨

∴ ر = ١٤٧ نيوتن = ١٤٧ ÷ ٩,٨ = ١٥ ث كجم

(٩) جسم كتلته ٩٤,٥ كجم وضع فى صندوق كتلته ٥٢,٥ كجم ثم رفع رأسياً بواسطة حبل متحرك بعجلة قدرها ١,٤ م / ث² ، أوجد مقدار ضغط الجسم على قاعدة الصندوق ، و مقدار الشد فى الحبل الذى يحمل الصندوق و إذا قطع الحبل فأوجد ضغط الجسم على قاعدة الصندوق عندئذ

الحل

حركة الجسم : ∵ كتلة الجسم = ك = ٩٤,٥ كجم

∴ ك حـ = ر – ك ء

∴ ٩٤,٥ × ١,٤ = ر – ٩٤,٥ × ٩,٨

∴ ر = ض = ٩٤,٥ × ١,٤ + ٩٤,٥ × ٩,٨

= ١٠٥٨,٤ نيوتن

= ١٠٥٨,٤ ÷ ٩,٨ = ١٠٨ ث كجم

حركة المجموعة : ∵ كتلة الصندوق بما فيه =

ك + ك = ٩٤,٥ + ٥٢,٥ = ١٤٧ كجم

∴ (ك + ك) حـ = ش – (ك + ك) ء

∴ ١٤٧ × ١,٤ = ش – ١٤٧ × ٩,٨

∴ ش = ١٤٧ × ١,٤ + ١٤٧ × ٩,٨

= ١٦٤٦,٤ نيوتن = ١٦٤٦,٤ ÷ ٩,٨ = ١٦٨ ث كجم

عند قطع الحبل : تكون الحركة لأسفل بعجلة مساوية لعجلة الجاذبية

∴ ك ء = ك ء – ر ∴ ر = ض = صفر

(١٠) مصعد كهربى وزنه ٣٥٠ ث كجم يهبط رأسياً إلى أسفل بعجلة تقصيرية مقدارها ٤٩ سم / ث² و به رجل وزنه ٧٠ ث كجم أوجد مقدار كل من ضغط الرجل على أرضية المصعد و الشدفى الحبل الذى يحمل المصعد بثقل الكجم

الحل

حركة الرجل :

∵ كتلة الرجل = ك = ٧٠ كجم

∴ ك حـ = ك ء – ر

∴ ٧٠ × (– ٠,٤٩) = ٧٠ × ٩,٨ – ر

∴ ر = ض = ٧٠ × ٩,٨ + ٧٠ × ٠,٤٩

= ٧٢٠,٣ نيوتن = ٧٢٠,٣ ÷ ٩,٨ = ٧٣,٥ ث كجم

حركة المجموعة :

∵ كتلة المصعد بما فيه = ك + ك = ٣٥٠ + ٧٠ = ٤٢٠ كجم

∴ (ك + ك) جـ = (ك + ك) ء – ش

∴ ٤٢٠ × (– ٠,٤٩) = ٤٩٠ × ٩,٨ – ش

∴ ش = ٤٢٠ × ٠,٤٩ + ٤٢٠ × ٩,٨

= ٤٣٢١,٨ نيوتن = ٤٣٢١,٨ ÷ ٩,٨ = ٤٤١ ث كجم

(١١) علق جسم فى ميزان زنبركى مثبت فى سقف مصعد فسجل القراءة ٧ ث كجم عندما المصعد ساكناً ثم سجل القراءة ٨ ث كجم عندما تحرك المصعد رأسياً بعجلة منتظمة أوجد مقدار و اتجاه العجلة التى التى يتحرك بها المصعد

الحل

عندما يكون المصعد ساكناً فإن : ر = ك ء

∴ ٧ × ٩,٨ = ك × ٩,٨ ∴ ك = ٧ كجم

، ∵ قراءة الميزان عندما يتحرك بعجلة منتظمة = ٨ كجم

∴ ش = ٨ كجم ∴ ش > ك ء

∴ اتجاه الحركة لأعلى ، و بفرض أن عجلة الحركة = بعجلة جـ م / ث^2

∴ ك جـ = ش – ك ء

∴ ٧ × جـ = ٨ × ٩,٨ – ٧ × ٩,٨

∴ ٧ جـ = ٩,٨ و منها : جـ = ١,٤ م / ث^2

(١٢) علق جسم فى ميزان زنبركى مثبت فى سقف مصعد فسجل القراءة ١٦ ث جم عندما المصعد صاعداً بعجلة مقدارها جـ سم / ث^2 ، و سجل القراءة ١١ ث جم عندما المصعد صاعداً بعجلة مقدارها ١,٥ جـ سم / ث^2 أوجد كتلة الجسم و العجلة جـ و أحسب أيضاً قراءة الميزان عندما يكون المصعد هابطاً بتقصير منتظم قدره $\frac{١}{٢}$ جـ سم / ث^2

الحل

∵ المصعد صاعد بعجلة جـ م / ث^2

∴ معادلة الحركة هى : ك جـ = ش – ك ء

∴ ك جـ = ١٦ × ٩٨٠ – ك × ٩٨٠

∴ ك جـ = ١٥٦٨٠ – ٩٨٠ ك (١)

، ∵ المصعد هابط بعجلة ١,٥ جـ م / ث^2

∴ معادلة الحركة هى : ك جـ = ك ء – ش

∴ ك × ١,٥ جـ = ك × ٩٨٠ – ١١ × ٩٨٠

∴ ١,٥ ك جـ = ٩٨٠ ك – ١٠٧٨٠ (٢) بالجمع ينتج :

٢,٥ ك جـ = ٩,٨ ∴ ك جـ = ١٩٦٠ (٣)

بالتعويض فى (١) ينتج : ١٩٦٠ = ١٥٦٨٠ – ٩٨٠ ك

∴ ٩٨٠ ك = ١٣٧٢٠ و منها : ك = ١٤ كجم

بالتعويض فى (٣) ينتج : ١٤ جـ = ١٩٦٠

و منها : جـ = ١٤٠ سم / ث^2

عندما يكون المصعد هابطاً بتقصير منتظم :

∴ ك جـ = ك ء – ش

∴ ١٤ × (– ٧٠) = ١٤ × ٩٨٠ – ش

∴ ش = ١٤ × ٩٨٠ + ١٤ × ٧٠ = ١٤٧٠٠ نيوتن

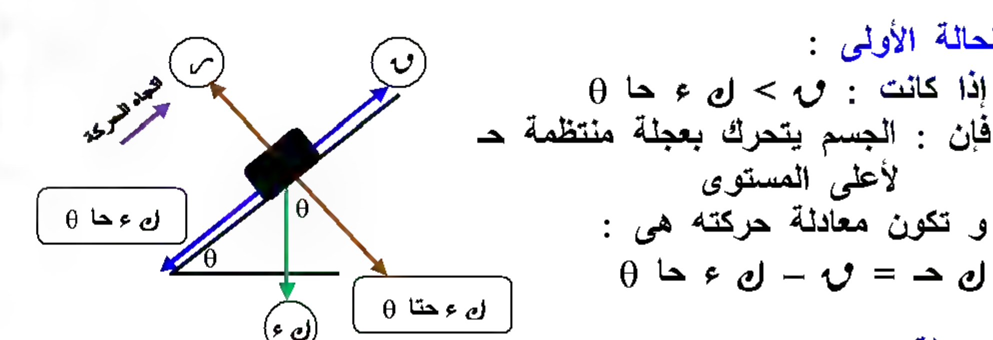
= ١٤٧٠٠ ÷ ٩٨٠ = ١٥ ث جم

٢ – ٥ حركة جسم على مستوى مائل أملس

إذا فرض أن جسم كتلته ك يتحرك على مستوِ أملس يميل على الأفقى بزاوية قياسها θ تحت تأثير قوة مقدارها ق تعمل فى اتجاه خط أكبر ميل للمستوى إلى أعلى
فإن : الشكل المقابل يبين القوى الواقع تحت تأثيرها الجسم
و تكون لدينا ثلاث حالات تعتمد على المقارنة بين ق ، ك ء حا θ بنفس الوحدة

الحالة الأولى :

إذا كانت : ق > ك ء حا θ
فإن : الجسم يتحرك بعجلة منتظمة حـ لأعلى المستوى
و تكون معادلة حركته هى :
ك حـ = ق – ك ء حا θ



ملاحظة :

إذا أبطل مفعول القوة ق (الجسم يتحرك تحت تأثير وزنه فقط) بعد مرور زمن ن من بداية الحركة
فإن : الجسم يتحرك لأعلى المستوى (نفس اتجاهه السابق) و لكن بعجلة تقصيرية حـَ حيث : حـَ = – ء حا θ
و يصل الجسم حتماً إلى سكون لحظى ثم يغير اتجاه حركته لأسفل بعجلة تزايدية قدرها ء حا θ

الحالة الثانية :

إذا كانت : ق < ك ء حا θ
فإن : الجسم يتحرك بعجلة منتظمة حـ لأسفل المستوى
و تكون معادلة حركته هى :
ك حـ = ك ء حا θ – ق

الحالة الثالثة :

إذا كانت : ق = ك ء حا θ
فإن : الجسم يظل محتفظاً بحالة السكون على المستوى
أما إذا أكتسب الجسم سرعة منتظمة مقدارها ع فى اتجاه المستوى لأعلى أو لأسفل
فإن : الجسم يتحرك على المستوى فى اتجاه ع⃖ بسرعة منتظمة طبقاً للقانون الأول لنيوتن

ملاحظة :

فى كل الحالات السابقة يكون : ر = ك ء حتا θ

إجابة حاول أن تحل (أ) صفحة ١٨٤

جسم كتلته ٣٢,٥ كجم موضوع على مستوى أملس يميل على الأفقى بزاوية قياسها θ حيث حتا θ = $\frac{١٢}{١٣}$ ، أثرت عليه قوة مقدارها ٨٣,٥ نيوتن فى اتجاه خط أكبر ميل للمستوى لأعلى
أوجد مقدار و اتجاه عجلة الحركة ثم أوجد سرعة الجسم بعد ٨ ثوانى من بدء الحركة

الحل

∵ ك ء حا θ = ٣٢,٥ × ٩,٨ × $\frac{٥}{١٣}$

= ١٢٢,٥ نيوتن

، ∵ ق = ٨٣,٥ نيوتن

∴ ق < ك ء حا θ

∴ الجسم يتحرك لأسفل المستوى بعجلة منتظمة حـ حيث :

ك حـ = ك ء حا θ − ق

∴ ٣٢,٥ حـ = ١٢٢,٥ − ٨٣,٥ ∴ ٣٢,٥ حـ = ٣٩

و منها : حـ = ١,٢ م / ث² لأسفل المستوى

، ∵ ع = ع. + حـ ن ∴ ع = ٠ + ١,٢ × ٨ = ٩,٦ م / ث

إجابة حاول أن تحل (٢) صفحة ١٨٤

يتحرك جسم كتلته ٢ كجم على خط أكبر ميل لمستوى أملس يميل على الأفقى بزاوية قياسها ٦٠° تحت تأثير قوة مقدارها ١ ث كجم موجهة نحو المستوى و تصنع مع الأفقى زاوية قياسها ٣٠° لأعلى

أوجد مقدار قوة رد فعل المستوى على الجسم و كذلك عجلة الحركة

الحل

∵ ق حتا ٣٠° = ١ × ٩,٨ × $\frac{\sqrt{٣}}{٢}$ = ٤,٩ $\sqrt{٣}$ نيوتن

، ك ء حا ٦٠° = ٢ × ٩,٨ × $\frac{\sqrt{٣}}{٢}$ = ٩,٨ $\sqrt{٣}$ نيوتن

∴ ق حتا ٣٠° < ك ء حا ٦٠°

∴ الجسم يتحرك لأسفل المستوى بعجلة منتظمة حـ حيث : ك حـ = ك ء حا ٦٠° − ق حتا ٣٠°

∴ ٢ حـ = ٩,٨ $\sqrt{٣}$ − ٤,٩ $\sqrt{٣}$ ∴ ٢ حـ = ٤,٩ $\sqrt{٣}$

∴ حـ = ٢,٤٥ $\sqrt{٣}$ م / ث² لأسفل المستوى

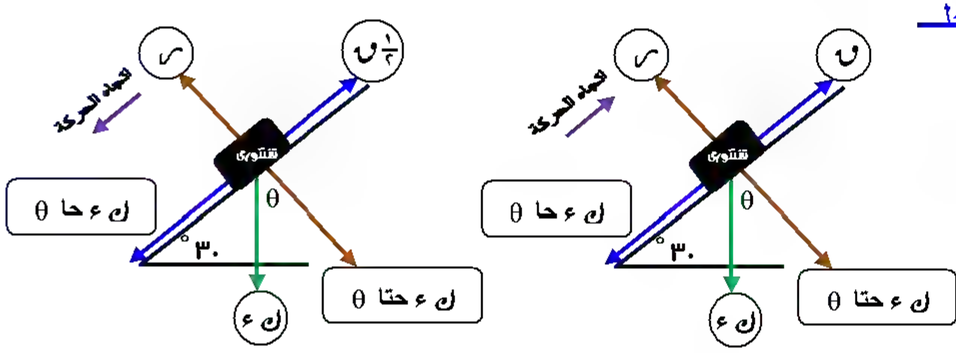
، ر = ق حا ٣٠° + ك ء حتا ٦٠° = ١ × ٩,٨ × $\frac{١}{٢}$ + ٢ × ٩,٨ × $\frac{١}{٢}$

= ١٤,٧ نيوتن = ١٤,٧ ÷ ٩,٨ = ١,٥ ث كجم

إجابة حاول أن تحل (٣) صفحة ١٨٥

يتحرك جسم كتلته ٢٠٠ كجم أعلى مستوى أملس يميل على بزاوية قياسها ٣٠° تحت تأثير قوة مقدارها ق نيوتن فى اتجاه خط أكبر ميل لأعلى بعجلة مقدارها ٢ م / ث² ، و إذا نقصت هذه القوة إلى النصف فأوجد مقدار و اتجاه العجلة التى يتحرك بها هذا الجسم على نفس المستوى

الحل



معادلة الحركة فى الحالة الأولى : ك حـ = ق − ك ء حا ٣٠°

∴ ٢٠٠ × ٢ = ق − ٢٠٠ × ٩,٨ × $\frac{١}{٢}$ و منها : ق = ١٣٨٠ نيوتن

معادلة الحركة فى الحالة الثانية : ك حـ' = ك ء حا ٣٠° − $\frac{١}{٢}$ ق

∴ ٢٠٠ × حـ = ٢٠٠ × ٩,٨ × $\frac{١}{٢}$ − $\frac{١}{٢}$ × ١٣٨٠

و منها : حـ = ١,٤٥ م / ث² لأسفل المستوى

أحمد الشتوى

حل تمارين (٢ – ٥) صفحة ١٨٥ بالكتاب المدرسى

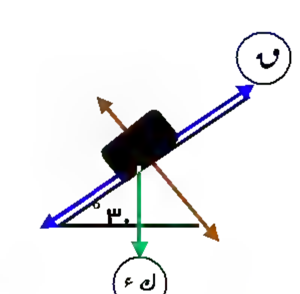
أكمل كلاً مما يأتى :

(١) فى الشكل المرسوم :

الجسم الموضوع على المستوى الأملس

كتلته ٢ كجم بدأ حركته من السكون

تحت تأثير القوة ق التى مقدارها ١,٥ ث كجم



(أ) عجلة الحركة = ... م / ث٢ و اتجاهها ....

(ب) سرعة الجسم بعد ٤ ثوانِ من بعد الحركة = ... م

(حـ) رد فعل المستوى = ... ث كجم

(٢) فى الشكل المرسوم :

الجسم الموضوع على المستوى الأملس

ك كتلته ١٢ كجم بدأ حركته من السكون

تحت تأثير القوة ق التى مقدارها ٨ ث كجم

(أ) عجلة الحركة = ... م / ث٢ و اتجاهها ....

(ب) المسافة التى يقطعها الجسم فى ٣ ثوانِ من بعد الحركة = ... م

(حـ) رد فعل المستوى = ... ث كجم

الحل

(١) (أ) ∵ ك ء حا °٣٠ = ٢ × ٩,٨ × $\frac{١}{٢}$ = ٩,٨ نيوتن

، ق = ١,٥ × ٩,٨ = ١٤,٧ نيوتن

∴ ق > ك ء حا °٣٠

∴ الجسم يتحرك لأعلى المستوى بعجلة منتظمة حـ حيث :

ك حـ = ق – ك ء حا °٣٠

∴ ٢ حـ = ١٤,٧ – ٩,٨ ∴ ٢ حـ = ٤,٩

∴ حـ = ٢,٤٥ م / ث٢ لأعلى المستوى

(ب) ع = ع. + حـ ن ∴ ع = ٠ + ٢,٤٥ × ٤ = ٩,٨ م / ث

(حـ) ر = ك ء حتا °٣٠ = ٢ × ٩,٨ × $\frac{\sqrt{٣}}{٢}$ = ٩,٨ $\sqrt{٣}$ نيوتن

= ٩,٨ $\sqrt{٣}$ ÷ ٩,٨ = $\sqrt{٣}$ ث كجم

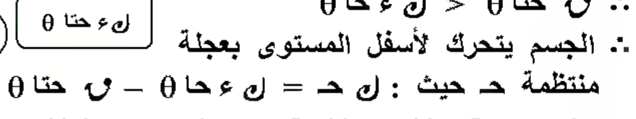
(٢) (أ) ∵ ك ء حا θ = ١٢ × ٩,٨ × $\frac{٣}{٥}$

= ٧٠,٥٦ نيوتن

، ق حتا θ = ٨ × ٩,٨ × $\frac{٤}{٥}$

= ٦٢,٧٢ نيوتن

∴ ق حتا θ < ك ء حا θ



∴ الجسم يتحرك لأسفل المستوى بعجلة منتظمة حـ حيث : ك حـ = ك ء حا θ – ق حتا θ

∴ ١٢ حـ = ٧٠,٥٦ – ٦٢,٧٢ ∴ ١٢ حـ = ٧,٨٤

∴ حـ = $\frac{٤٩}{٧٥}$ م / ث٢ لأسفل المستوى

(حـ) ر = ك ء حتا θ + ق حا θ = ١٢ × ٩,٨ × $\frac{٤}{٥}$ + ٨ × ٩,٨ × $\frac{٣}{٥}$

= ١٤١,١٢ نيوتن = ١٤١,١٢ ÷ ٩,٨ = ١٤,٤ ث كجم

أختر الاجابة الصحيحة :

(٣) يسير راكب دراجة كتلته هو و الدراجة ٨٥ كجم بعجلة منتظمة ٠,٥ م / ث٢ فإن القوة التى يستخدمها لاحداث العجلة هى ....





(أ) ٤٢,٥ ث كجم (ب) ٤٢,٥ نيوتن

(حـ) ١٧٠ ث كجم (ء) ١٧٠ نيوتن

(٤) تسير سيارة على طريق مهمل المقاومات بعجلة مقدارها ١,٤٧ م / ث^2 فإذا كانت قوة المحرك ١٥٠ ث كجم فإن كتلة السيارة = ...

(أ) ١٠٢ كجم (ب) ١٠٠ كجم

(جـ) ١٠٠٠ كجم (ء) ٢٢٠,٥ كجم

(٥) إذا تحرك جسم على مستوى مائل أملس يميل على الأفقى بزاوية θ تحت تأثير وزنه فقط فإن عجلة حركته = ...

(أ) ء (ب) ء حتا θ

(جـ) ء حا θ (ء) صفر

(٦) إذا تحرك جسم على مستوى مائل أملس يميل تحت تأثير وزنه فقط فإن عجلته تتوقف على ....

(أ) كتلته (ب) وزنه

(جـ) زاوية ميل المستوى (ء) رد فعل المستوى

الحل

(٣) ∵ الدراجة تسير على مستوى أفقى ∴ ك جـ = ق

∴ ق = ٨٥ × ٠,٥ = ٤٢,٥ نيوتن

(٤) ∵ الدراجة تسير على مستوى أفقى ∴ ك جـ = ق

∴ ١٥٠ × ٩,٨ = ك × ١,٤٧ و منها : ك = ١٠٠٠ كجم

(٥) ∵ الجسم يتحرك تحت تأثير وزنه فقط ∴ جـ = ء حا θ

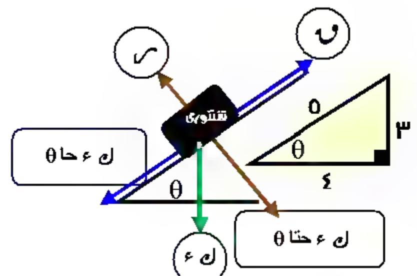
(٦) ∵ الجسم يتحرك تحت تأثير وزنه فقط ∴ جـ = ء حا θ

حيث : θ زاوية ميل المستوى على الأفقى

∴ العجلة تتوقف على زاوية ميل المستوى لأن : ء ثابتة " عجلة الجاذبية "

(٧) وضع جسم كتلته ١٠ كجم على مستوى أملس يميل على الأفقى بزاوية جيبها $\frac{3}{5}$ ، أثرت قوة مقدارها ٨٠ نيوتن فى اتجاه خط أكبر ميل لأعلى أوجد مقدار و اتجاه العجلة الناشئة و مقدار رد الفعل العمودى

الحل



∵ الجسم يتحرك لأعلى المستوى

∴ ك جـ = ق − ك ء حا θ

∴ ١٠ جـ = ٨٠ − ١٠ × ٩,٨ × $\frac{3}{5}$

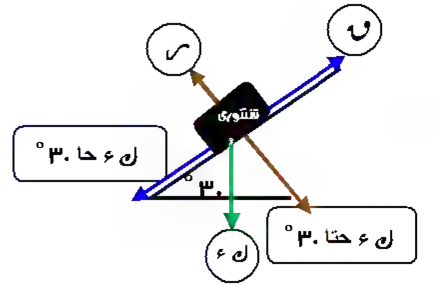
∴ ١٠ جـ = ٢١,٢ ∴ جـ = ٢,١٢ م / ث^2

، ر = ك ء حتا θ = ١٠ × ٩,٨ × $\frac{4}{5}$

= ٧٨,٤ نيوتن = ٧٨,٤ ÷ ٩,٨ = ٨ ث كجم

(٨) وضع جسم كتلته ١ كجم على مستوى أملس يميل على الأفقى بزاوية قياسها ٣٠° ، أثرت قوة مقدارها ١٠ نيوتن فى اتجاه خط أكبر ميل لأعلى أوجد عجلة الحركة و مقدار رد الفعل المستوى على الجسم

الحل



∵ الجسم يتحرك لأعلى المستوى

∴ ك جـ = ق − ك ء حا ٣٠°

∴ ١ جـ = ١٠ − ١ × ٩,٨ × $\frac{1}{2}$

∴ جـ = ٥,١ م / ث^2

، ر = ك ء حتا ٣٠° = ١ × ٩,٨ × $\frac{\sqrt{3}}{2}$

= ٤,٩ $\sqrt{3}$ نيوتن = ٤,٩ $\sqrt{3}$ ÷ ٩,٨ = $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ث كجم

(٩) وضع جسم كتلته ١٦ كجم على مستوى أملس يميل على الأفقى بزاوية قياسها ٤٥° ، أثرت قوة أفقية نحو المستوى مقدارها ٢٤ نيوتن ، و يقع خط عملها فى المستوى الرأسى المار بخط أكبر ميل للمستوى أوجد عجلة الحركة و مقدار رد الفعل المستوى

الحل

∵ ك ء جا ٤٥° = ١٦ × ٩,٨ × $\frac{1}{\sqrt{٢}}$

= ٧٨,٧ $\sqrt{٢}$ نيوتن

، ق حتا ٤٥° = ٢٤ × $\frac{1}{\sqrt{٢}}$

= ١٢ $\sqrt{٢}$ نيوتن

∴ ق حتا ٤٥° < ك ء جا ٤٥°

∴ الجسم يتحرك لأسفل المستوى بعجلة منتظمة حـ حيث :

ك حـ = ك ء جا ٤٥° − ق حتا ٤٥°

∴ ١٦ حـ = ٧٨,٧ $\sqrt{٢}$ − ١٢ $\sqrt{٢}$

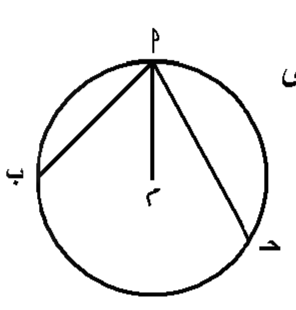
∴ حـ = ٤,١٥ $\sqrt{٢}$ م / ث² لأسفل المستوى

، ر = ك ء حتا ٤٥° + ق حتا ٤٥° = ١٦ × ٩,٨ × $\frac{1}{\sqrt{٢}}$ + ٢٤ × $\frac{1}{\sqrt{٢}}$

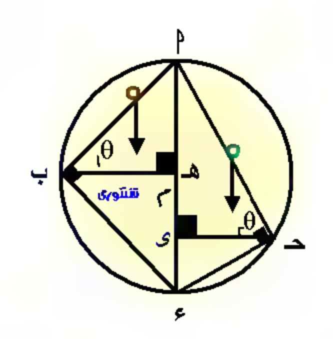
= ٩٠,٤ $\sqrt{٢}$ نيوتن = ٩٠,٤ $\sqrt{٢}$ ÷ ٩,٨ = ٩,٢ $\sqrt{٢}$ ث كجم

(١٠) فى الشكل المقابل : $\overline{أ م}$ نصف قطر رأسى

$\overline{أ ب}$ ، $\overline{أ حـ}$ وتران يمثلان طريقين أملسين فى الدائرة حيث أ حـ > أ ب ، انزلقت خرزتان من السكون من نقطة أ احدهما على الوتر $\overline{أ ب}$ فوصلت ب بعد زمن ن١ ، و الأخرى على الوتر $\overline{أ حـ}$ فوصلت ب بعد زمن ن٢



أوجد قيمة النسبة ن١ : ن٢



الحل

من هندسة الشكل :

ق(∠أ ب ء) = ق(∠أ حـ ء) = ٩٠°

∴ (أ ب)² = أ هـ × أ ء

، (أ حـ)² = أ ى × أ ء

حركة الخرزة التى تنزلق على $\overline{أ ب}$

∵ الخرزة تتحرك لأسفل تحت تأثير وزنها فقط

∴ عجلة حركتها = ء جا θ١ ، ∵ ف = ع. ن + ½ حـ ن²

∴ أ ب = ٠ + ½ ء جا θ١ ن١² = ½ ء × $\frac{أ هـ}{أ ب}$ ن١²

∴ ن١² = $\frac{٢ (أ ب)^2}{ء × أ هـ}$ = $\frac{٢ أ هـ × أ ء}{ء × أ هـ}$ = $\frac{٢ × ٢ نق}{ء}$ = $\frac{٤ نق}{ء}$ (١)

حركة الخرزة التى تنزلق على $\overline{أ حـ}$

∵ الخرزة تتحرك لأسفل تحت تأثير وزنها فقط

∴ عجلة حركتها = ء جا θ٢ ، ∵ ف = ع. ن + ½ حـ ن²

∴ أ حـ = ٠ + ½ ء جا θ٢ ن٢² = ½ ء × $\frac{أ ى}{أ حـ}$ ن٢²

∴ ن٢² = $\frac{٢ (أ حـ)^2}{ء × أ ى}$ = $\frac{٢ أ ى × أ ء}{ء × أ ى}$ = $\frac{٢ × ٢ نق}{ء}$ = $\frac{٤ نق}{ء}$ (٢)

من (١) ، (٢) ينتج : ن١² : ن٢² = ١ : ١

∴ ن١ : ن٢ = ١ : ١

٢ – ٦ حركة جسم على مستوى خشن

تذكر :

عند محاولة تحريك جسم على مستوى خشن تظهر قوى الاحتكاك كقوة مقاومة تعمل فى الاتجاه المضاد للاتجاه الذى يميل الجسم إلى الحركة فيه ، و تظل مساوية تماماً للقوة المماسية التى تعمل على تحريك الجسم و كلما زادت القوة المماسية التى تعمل على تحريك الجسم تزداد قوة الاحتكاك حتى تظل مساوية لها ، إلى أن تصل إلى حد لا تتعداه و تصل إلى أقصى قيمة لها و عندئذ يصبح الجسم على وشك الحركة

و تسمى قوة الاحتكاك فى هذه الحالة بقوة الاحتكاك السكونى ($\text{ع}_{\text{س}}$) و يكون معاما الاحتكاك فى هذه الحالة هو معامل الاحتكاك السكونى ($\text{م}_{\text{س}}$) و يكون : $\text{ع}_{\text{س}} = \text{م}_{\text{س}}\,\text{ر}$

حيث : ر هى قوة رد الفعل العمودى

فإذا ازدادت القوة المماسية التى تعمل على تحريك الجسم و استطاعت تحريك الجسم تغيرت قوة الاحتكاك عندئذ و نقصت قيمتها حال حركة الجسم ، و تسمى قوة الاحتكاك فى هذه الحالة بقوة الاحتكاك الحركى ($\text{ع}_{\text{ك}}$) ، و يكون معاما الاحتكاك فى هذه الحالة هو معامل الاحتكاك الحركى ($\text{م}_{\text{ك}}$) و يكون : ($\text{ع}_{\text{ك}}$) = $\text{م}_{\text{ك}}\,\text{ر}$

حيث : ر هى قوة رد الفعل العمودى

ملاحظات :

(١) قوة الاحتكاك النهائى للأجسام الساكنة أكبر من قوة الاحتكاك للأجسام المتحركة أى أن : $\text{ع}_{\text{س}} > \text{ع}_{\text{ك}}$ و بالتالى يكون : $\text{م}_{\text{س}} > \text{م}_{\text{ك}}$

(٢) فى حالة الأجسام المنزلقة بالفعل تكون قوة الاحتكاك هى قوة الاحتكاك الحركى ($\text{ع}_{\text{ك}}$) حيث : $\text{ع}_{\text{ك}} = \text{م}_{\text{ك}}\,\text{ر}$

(٣) فى حالة الأجسام التى على الحركة تكون قوة الاحتكاك هى قوة الاحتكاك السكونى ($\text{ع}_{\text{س}}$) حيث : $\text{ع}_{\text{س}} = \text{م}_{\text{س}}\,\text{ر}$

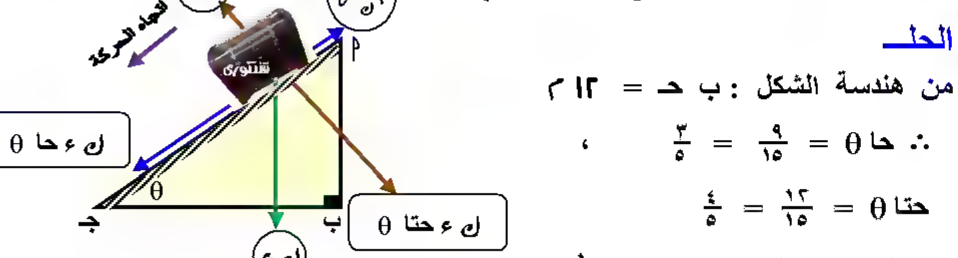
(٤) فى حالة الأجسام المتزنة تكون قوة الاحتكاك ≤ قوة الاحتكاك السكونى

أى : $\text{ع} \le \text{ع}_{\text{س}}$

(٥) أقل قوة تحافظ على الجسم متحركاً هى القوة التى تجعله متحركاً بسرعة منتظمة أى : ح = صفر

إجابة حاول أن تحل (١) صفحة ١٨٨

تنقل الصناديق فى أحد المصانع بانزلاقها على مستوى مائل طوله ١٥ متراً و ارتفاعه ٩ أمتار ، أوجد سرعة الصندوق الذى بدأ حركته من السكون عند قمة المستوى و ذلك عند قاعدة المستوى إذا كان المستوى خشناً و معامل الاحتكاك الحركى يساوى $\frac{١}{٤}$



الحل

من هندسة الشكل : ب جـ = ١٢ م

∴ جا θ = $\frac{٩}{١٥} = \frac{٣}{٥}$ ، جتا θ = $\frac{١٢}{١٥} = \frac{٤}{٥}$

∵ المستوى خشن ، $\text{م}_{\text{ك}} = \frac{١}{٤}$

، الصندوق ينزلق على المستوى ∴ ر = ك ء جتا θ = ك ء × $\frac{٤}{٥}$

، ك ح = ك ء جا θ − $\text{م}_{\text{ك}}\,\text{ر}$

∴ ك ح = ك × ٩,٨ × $\frac{٣}{٥}$ − $\frac{١}{٤}$ × ك × ٩,٨ × $\frac{٤}{٥}$

∴ ح = ٥,٨٨ − ١,٩٦ = ٣,٩٢ م / ث^{٢} ، ∵ ع^{٢} = ع$_{٠}^{٢}$ + ٢ ح ف

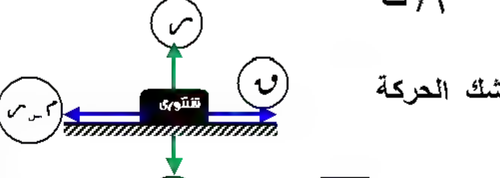
∴ ع^{٢} = ٠ + ٢ × ٣,٩٢ × ١٥ و منها : ع = ١٠,٨٤ م / ث

إجابة حاول أن تحل (٢) صفحة ١٨٩

فى المثال السابق أحسب مقدار القوة ق إذا كانت القوة المؤثرة على الجسم أفقية

" جسم كتلته ١٢ كجم موضوع على مستوى أفقى خشن ، م$_س$ = $\frac{\sqrt{٣}}{٣}$ ، م$_ك$ = $\frac{\sqrt{٣}}{٤}$ ، ح = $\frac{٤٩\sqrt{٣}}{٢٠}$ م / ث^٢ "

الحل



أولاً : القوة التى تجعل الجسم على وشك الحركة

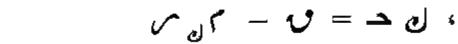
ر = ك ء = ١٢ ث كجم

، ق = م$_س$ ر = $\frac{\sqrt{٣}}{٣}$ × ١٢ = ٤$\sqrt{٣}$ ث كجم

أولاً : القوة التى تحرك الجسم بعجلة

ر = ك ء = ١٢ × ٩,٨ = ١١٧,٦ نيوتن

، ك ح = ق − م$_ك$ ر



∴ ١٢ × $\frac{٤٩\sqrt{٣}}{٢٠}$ = ق − $\frac{\sqrt{٣}}{٤}$ × ١١٧,٦

∴ ق = ٢٩,٤$\sqrt{٣}$ + ٢٩,٤$\sqrt{٣}$

= ٥٨,٨$\sqrt{٣}$ نيوتن

إجابة حاول أن تحل (٣) صفحة ١٩٠

فى المثال السابق أحسب مقدار القوة ق إذا كانت القوة أفقية فى جميع الحالات

" جسم وزنه ٨٠٠ نيوتن موضوع على مستوى مائل خشن يميل على الأفقى بزاوية قياسها ٢٥° ، م$_س$ = ٠,٣٥ ، م$_ك$ = ٠,٢٥ "

الحل

(أ) القوة تجعل الجسم على وشك الحركة لأعلى المستوى

ر = ك ء حتا ٢٥° + ق حا ٢٥°

، ق حتا ٢٥° = م$_س$ ر +
ك ء حا ٢٥°

∴ ق حتا ٢٥° = ٠,٣٥ ×
(ك ء حتا ٢٥° + ق حا ٢٥°) + ك ء حا ٢٥°

∴ ق × (حتا ٢٥° − ٠,٣٥ حا ٢٥°) = ٠,٣٥ × ٨٠٠ حتا ٢٥° + ٨٠٠ حا ٢٥°

∴ ق × ٠,٧٦ = ٥٩١,٨٦   و منها : ق = ٧٧٨,٧٦ نيوتن

= ٨٠٠ × ٩,٨ حتا ٢٥° + ق حا ٢٥°

(ب) أقل قوة تحرك الجسم لأعلى المستوى

ر = ك ء حتا ٢٥° + ق حا ٢٥°

، ق حتا ٢٥° = م$_ك$ ر + ك ء حا ٢٥°

∴ ق حتا ٢٥° = ٠,٢٥ ×
(ك ء حتا ٢٥° + ق حا ٢٥°)
+ ك ء حا ٢٥°

∴ ق × (حتا ٢٥° − ٠,٢٥ حا ٢٥°) = ٠,٢٥ × ٨٠٠ حتا ٢٥° + ٨٠٠ حا ٢٥°

∴ ق × ٠,٨ = ٥١٩,٣٦   و منها : ق = ٦٤٩,٢ نيوتن

(ب) أقل قوة تمنع الجسم من الانزلاق هى القوة التى تجعله على وشك الحركة لأسفل

ر = ك ء حتا ٢٥° + ق حا ٢٥°

، ق حتا ٢٥° + م$_س$ ر = ك ء حا ٢٥°

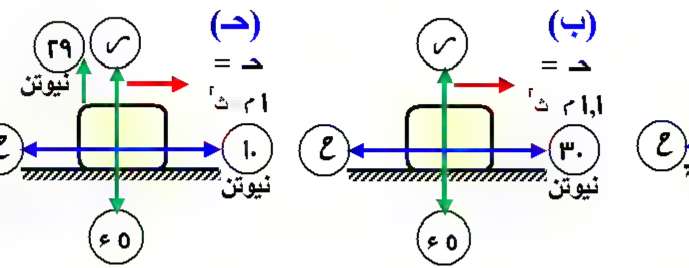
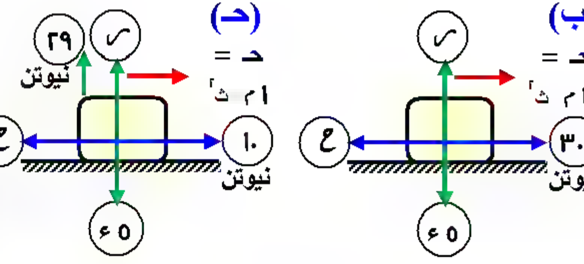
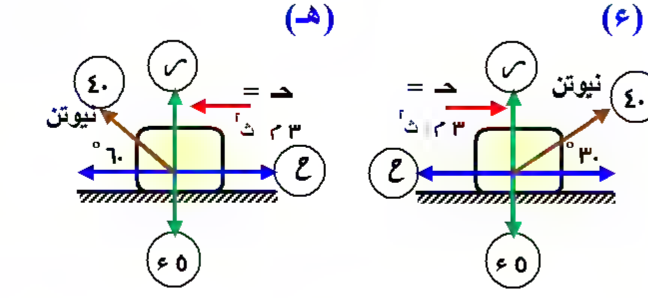
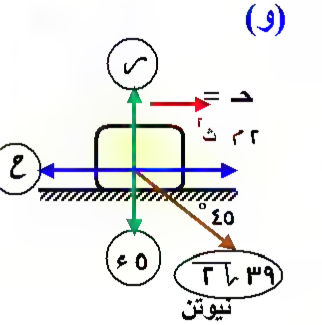
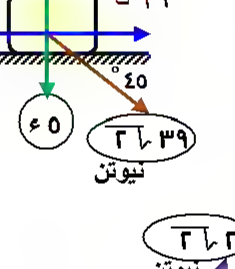
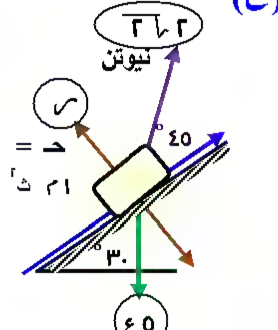
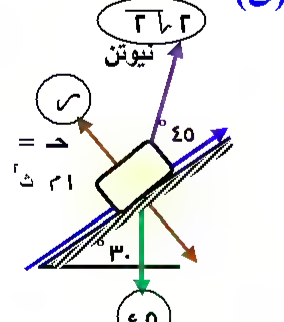
بالتعويض ينتج :

ق × (حتا ٢٥° + ٠,٣٥ حا ٢٥°) =
٨٠٠ حا ٢٥° − ٠,٣٥ × ٨٠٠ حتا ٢٥°

∴ ق × ١,٠٥٤ = ٨٤,٣٣   و منها : ق = ٨ نيوتن

حل تمارين (٢ – ٦) صفحة ١٨٠ بالكتاب المدرسى

(١) فى كل من الأشكال الآتية جسم كتلته ٥ كجم موضوع على مستوى أفقى خشن ، معامل الاحتكاك الحركى بينه و بين الجسم مك =
أحسب مك فى كل حالة ، ح قوة الاحتكاك

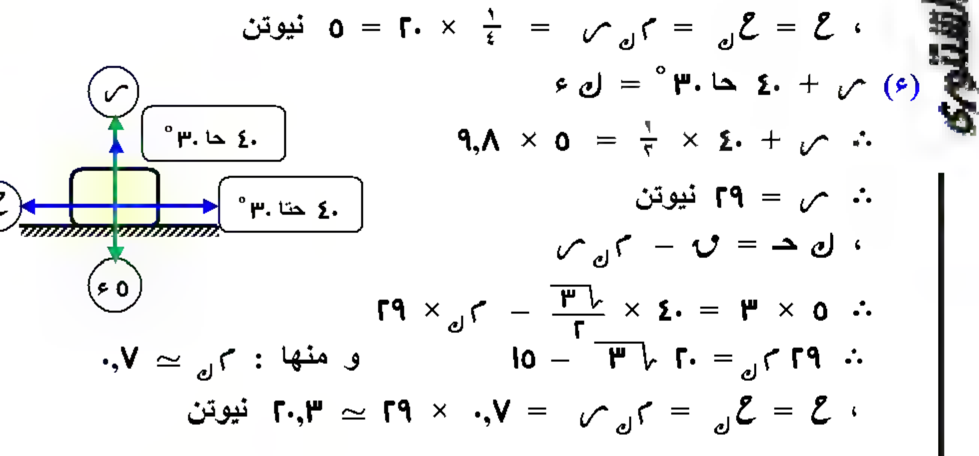
الحل

(أ) ر = ك ء = ٥ × ٩,٨ = ٤٩ نيوتن ، ك جـ = ق – مك ر
∴ ٥ × ٢ = ٢٤ – مك × ٤٩ ∴ ٤٩ مك = ١٤ ∴ مك = ٢/٧
، ح = حك = مك ر = ٢/٧ × ٤٩ = ٧ نيوتن

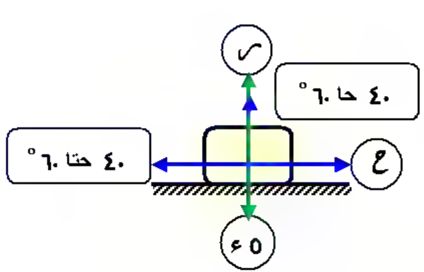
(ب) ر = ك ء = ٥ × ٩,٨ = ٤٩ نيوتن ، ك جـ = ق – مك ر
∴ ٥ × ١,١ = ٣٠ – مك × ٤٩ ∴ ٤٩ مك = ٢٤,٥ ∴ مك = ١/٢
، ح = حك = مك ر = ١/٢ × ٤٩ = ٢٤,٥ نيوتن

(جـ) ر + ٢٩ = ك ء ∴ ر + ٢٩ = ٥ × ٩,٨ ∴ ر = ٢٠ نيوتن
، ك جـ = ق – مك ر ∴ ٥ × ١ = ١٠ – مك × ٢٠
∴ ٢٠ مك = ٥ ∴ مك = ١/٤
، ح = حك = مك ر = ١/٤ × ٢٠ = ٥ نيوتن

(ء) ر + ٤٠ جا ٣٠° = ك ء
∴ ر + ٤٠ × ١/٢ = ٥ × ٩,٨
∴ ر = ٢٩ نيوتن
، ك جـ = ق – مك ر
∴ ٥ × ٣ = ٤٠ × √٣/٢ – مك × ٢٩
∴ ٢٩ مك = ٢٠ √٣ – ١٥ و منها : مك ≃ ٠,٧
، ح = حك = مك ر = ٠,٧ × ٢٩ ≃ ٢٠,٣ نيوتن



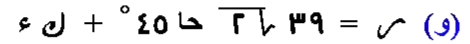
(هـ) ر + ٤٠ جا ٦٠° = ك ء
∴ ر + ٤٠ × √٣/٢ = ٥ × ٩,٨
∴ ر = ٤٩ – ٢٠ √٣
≃ ١٤,٤ نيوتن
، ك جـ = ق – مك ر



∴ ٥ × ٣ = ٤٠ × ½ − مك × ١٤,٤

∴ ١٤,٤ مك = ٢٠ − ١٥ و منها : مك ≃ ٠,٣٥

، ع = عك = مك ر = ٠,٣٥ × ١٤,٤ ≃ ٥ نيوتن



(و) ر = ٣٩ √٢ حا ٤٥° + ك ء

∴ ر = ٣٩ √٢ × ١/√٢ + ٥ × ٩,٨

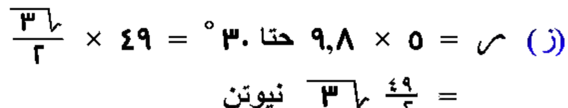
∴ ر = ٨٨ نيوتن

، ك حـ = ق − مك ر

∴ ٥ × ٢ = ٣٩ √٢ × ١/√٢ − مك × ٨٨

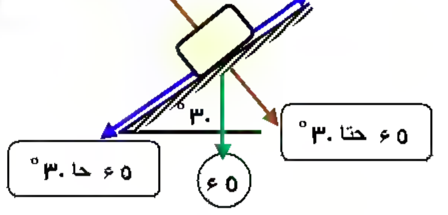
∴ ٨٨ مك = ٣٩ − ١٠ و منها : مك ≃ ٠,٣٣

، ع = عك = مك ر = ٠,٣٣ × ٨٨ ≃ ٢٩ نيوتن



(ز) ر = ٥ × ٩,٨ حتا ٣٠° = ٤٩ × √٣/٢

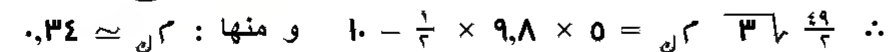
= ٤٩/٢ √٣ نيوتن



، ك حـ = ق − مك ر

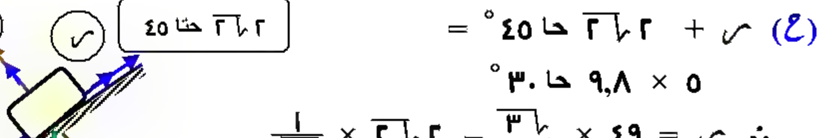
∴ ٥ × ٢ = ٥ × ٩,٨ حا ٣٠°

− مك × ٤٩/٢ √٣



∴ ٤٩/٢ √٣ مك = ٥ × ٩,٨ × ½ − ١٠ و منها : مك ≃ ٠,٣٤

، ع = عك = مك ر = ٠,٣٤ × ٤٩/٢ √٣ ≃ ١٤,٤ نيوتن



(ح) ر + ٢ √٢ حا ٤٥° =

٥ × ٩,٨ حا ٣٠°

∴ ر = ٤٩ × √٣/٢ − ٢ √٢ × ١/√٢

∴ ر ≃ ٤٠,٤ نيوتن

، ∵ ٢ √٢ حتا ٤٥° = ٢ √٢ × ١/√٢ = ٢ نيوتن ،

٥ × ٩,٨ حا ٣٠° = ٥ × ٩,٨ × ½ = ٢٤,٥ نيوتن

∴ ٢ √٢ حتا ٤٥° < ٥ × ٩,٨ حا ٣٠° ∴ الجسم ينزلق على المستوى

، و تكون قوة الاحتكاك فى اتجاه خط أكبر ميل لأعلى

∴ ك حـ = ٥ × ٩,٨ حا ٣٠° − ٢ √٢ حتا ٤٥° − مك ر

∴ ٥ × ١ = ٢٤,٥ − ٢ − مك × ٤٠,٤

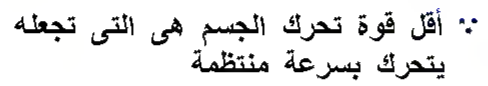
∴ ٤٠,٤ مك = ٢٤,٥ − ٢ − ٥ و منها : مك ≃ ٠,٤٣

، ع = عك = مك ر = ٠,٤٣ × ٤٠,٤ ≃ ١٧,٥ نيوتن

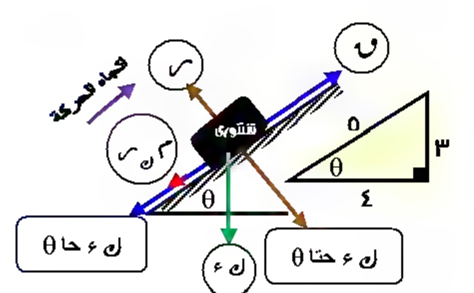
(٢) يراد سحب جسم كتلته ١ طن على مستوى خشن يميل على الأفقى بزاوية قياسها θ حيث طا θ = ٣/٤ بواسطة قوة توازى المستوى فى اتجاه خط أكبر ميل لأعلى أوجد معامل الاحتكاك الحركى بين الجسم و المستوى إذا كانت أقل قوة تحرك الجسم على المستوى مقدارها ١٤٠٠ ث كجم



الحل



∵ أقل قوة تحرك الجسم هى التى تجعله يتحرك بسرعة منتظمة



، ر = ك ء حتا θ

= ١٠٠٠ × ٩,٨ × ٤/٥

= ٧٨٤٠ نيوتن

∴ ق = ك ء حا θ + مك ر

∴ ١٤٠٠ × ٩,٨ = ١٠٠٠ × ٩,٨ × ٣/٥ + مك × ٧٨٤٠

∴ ٧٨٤٠ مك = ١٣٧٢٠ − ٥٨٠٠

∴ ٧٨٤٠ مك = ٧٨٤٠ ∴ مك = ١

(٣) جسم كتلته ٢ كجم موضوع على مستوى أفقى خشن معامل الاحتكاك الحركى بين الجسم و المستوى $\frac{١}{٢}$ أوجد القوة الأفقية التى تجعله يتحرك بعجلة منتظمة حـ حيث :

(أ) حـ = ٥ م / ث٢ **(ب)** حـ = ١ م / ث٢

الحل

(أ) ∵ الجسم يتحرك بعجلة منتظمة

∴ ر = ٢ × ٩,٨ = ١٩,٦ نيوتن

، ك حـ = ق − مك ر

∴ ٢ × ٥ = ق − $\frac{١}{٢}$ × ١٩,٦

∴ ق = ١٠ + ٩,٨ = ١٩,٨ نيوتن

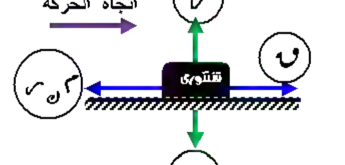
(ب) ∵ الجسم يتحرك بعجلة منتظمة ∴ ر = ٢ × ٩,٨ = ١٩,٦ نيوتن

، ك حـ = ق − مك ر ∴ ٢ × ١ = ق − $\frac{١}{٢}$ × ١٩,٦

∴ ق = ٢ + ٩,٨ = ١١,٨ نيوتن

(٤) جسم وزنه ١٠ ث كجم موضوع على مستوى أفقى خشن ، أثرت عليه قوة قدرها ٣٧ نيوتن فحركته على المستوى الأفقى بعجلة منتظمة قدرها $\frac{٥}{٤}$ م / ث٢ أوجد معامل الاحتكاك الحركى بين الجسم و المستوى

الحل



∵ الجسم يتحرك بعجلة منتظمة

∴ ر = ١٠ × ٩,٨ = ٩٨ نيوتن

، ك حـ = ق − مك ر

∴ ١٠ × $\frac{٥}{٤}$ = ٣٧ − مك × ٩٨

∴ ٩٨ مك = ٣٧ − ١٢,٥ و منها : مك = $\frac{١}{٤}$

(٥) جسم كتلته ٢ كجم موضوع على مائل خشن يميل على الأفقى بزاوية قياسها ٣٠° ، أثرت عليه قوة أفقية مقدارها ٢٠ نيوتن نحو المستوى فتحرك الجسم بسرعة منتظمة

أوجد معامل الاحتكاك الحركى بين الجسم و المستوى

الحل

∵ الجسم يتحرك بسرعة منتظمة

، ك ء حا ٣٠° = ٢ × ٩,٨ × $\frac{١}{٢}$

= ٩,٨ نيوتن

، ق حتا ٣٠° = ٢٠ × $\frac{\sqrt{٣}}{٢}$

= ١٧,٣ نيوتن

∴ ق حتا ٣٠° > ك ء حا ٣٠°

، يكون اتجاه الحركة لأعلى ، قوة الاحتكاك لأسفل

∴ ق حتا ٣٠° = ك ء حا ٣٠° + مك ر

∴ ١٧,٣ = ٩,٨ + مك × (ق حا ٣٠° + ك ء حتا ٣٠°)

∴ ١٧,٣ = ٩,٨ + مك × (٢٠ × $\frac{١}{٢}$ + ٢ × ٩,٨ × $\frac{\sqrt{٣}}{٢}$)

∴ ٢٦,٩٧ مك = ١٧,٣ − ٩,٨

و منها : مك ≃ ٠,٢٨

(٦) ينزلق جسم على مستوى خشن يميل على الأفقى بزاوية قياسها ٤٥° فإذا كان معامل الاحتكاك الحركى بين الجسم و المستوى يساوى $\frac{٣}{٤}$

أثبت أن الزمن الذى يقطع فيه الجسم أى مسافة يساوى ضعف الزمن الذى يقطع فيه نفس المسافة لو أن المستوى كان أملساً و بفرض أن الجسم بدأ الانزلاق من السكون فى الحالتين

الحل

بفرض أن : كتلة الجسم = ك وحدة كتلة

$م = ك\,ء\,\text{حتا}\,45^\circ$ وحدة قوة

إذا كان المستوى خشن :

بفرض أن : الجسم يتحرك مسافة قدرها ف

فى زمن قدره $ن_1$ بعجلة حـ

$ك\,حـ = ك\,ء\,\text{حا}\,45^\circ - م_ك\,م$

$\therefore ك\,حـ = ك\,ء\,\text{حا}\,45^\circ - \frac{3}{4} \times ك\,ء\,\text{حتا}\,45^\circ$

$\therefore حـ = ء \times \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{3}{4} \times ء \times \frac{1}{\sqrt{2}}$

$\therefore حـ = \frac{1}{4}\,ء \times \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{8}\sqrt{2}\,ء$ وحدة عجلة

$\because ف = ع_.\,ن + \frac{1}{2}\,حـ\,ن^2$ ،

$\therefore ف = 0 + \frac{1}{2} \times \frac{1}{8}\sqrt{2}\,ء \times ن_1^2 = \frac{1}{16}\sqrt{2}\,ء\,ن_1^2 \qquad (1)$

إذا كان المستوى خشن :

بفرض أن : الجسم يتحرك مسافة قدرها ف

فى زمن قدره $ن_2$ بعجلة حـ

$\therefore حـ = ء\,\text{حا}\,45^\circ = ء \times \frac{1}{\sqrt{2}}$

$= \frac{1}{2}\sqrt{2}\,ء$ وحدة عجلة

$\because ف = ع_.\,ن + \frac{1}{2}\,حـ\,ن^2$ ،

$\therefore ف = 0 + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}\sqrt{2}\,ء \times ن_2^2 = \frac{1}{4}\sqrt{2}\,ء\,ن_2^2 \qquad (2)$

من (١) ، (٢) ينتج : $\frac{1}{16}\sqrt{2}\,ء\,ن_1^2 = \frac{1}{4}\sqrt{2}\,ء\,ن_2^2$

$\therefore ن_1^2 = 4\,ن_2^2 \qquad \therefore ن_1 = 2\,ن_2$

أى أن : الزمن الذى يقطع فيه الجسم أى مسافة على المستوى الخشن ضعف الزمن الذى يقطع فيه نفس المسافة لو أن المستوى كان أملساً

٢ − ٧ البكرات البسيطة

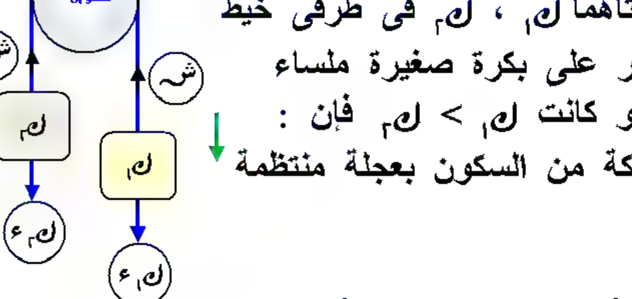
تمهيد :

تستخدم البكرات فى أغراض عدة منها :
تقليل القوة اللازمة لرفع جسم و تسهيل الحركة و تغيير اتجاه القوة
و منها ما هو ثابت ، و منها ما هو متحرك
و عندما تكون البكرة صغيرة ملساء يكون الشد على جانبى البكرة متساو



حركة مجموعة مكونة من جسمين يتدليان رأسياً من طرفى خيط يمر على بكرة ملساء :

إذا ربط جسمان كتلتاهما $ك_1$ ، $ك_2$ فى طرفى خيط خفيف غير مرن يمر على بكرة صغيرة ملساء و يتدليان رأسياً ، و كانت $ك_1 > ك_2$ فإن المجموعة تبدأ الحركة من السكون بعجلة منتظمة قدرها حـ



معادلات الحركة :

$ك_1\,حـ = ك_1\,ء - ش \quad ، \quad ك_2\,حـ = ش - ك_2\,ء$

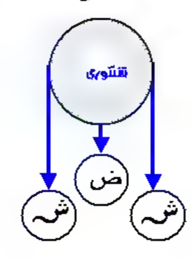
حساب عجلة حركة المجموعة و الشد فى الخيط :

و بجمع المعادلتين تنتج قيمة حـ ، و بالتعويض عن قيمة حـ فى أى من المعادلتين تنتج قيمة ش



الضغط على البكرة :

عند تعليق الكتلتين من طرفى الخيط المار على البكرة يصبح الخيط مشدوداً و نتيجة لذلك تتولد قوة ضغط على محور البكرة و يكون : $ض = 2\,ش$



عند قطع الخيط :

إذا قطع الخيط الواصل بين الكتلتين بعد زمن قدره ن ثانية فإن كلا الكتلتين تتحرك فى الاتجاه السابق نفسه قبل قطع الخيط و يكون :

(١) الكتلة الأكبر (ك$_1$) تتحرك رأسياً لأسفل بسرعة ابتدائية ع (هى نفس السرعة لحظة قطع الخيط) و تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية (ء = ٩,٨ م / ث^2)

(٢) الكتلة الأصغر (ك$_2$) تتحرك رأسياً لأعلى بسرعة ابتدائية ع (هى نفس السرعة لحظة قطع الخيط) و تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية (ء = – ٩,٨ م / ث^2) ثم تسقط بعد ذلك سقوطاً حراً

ملاحظة :

إذا بدأت المجموعة الحركة و الكتلتين فى مستوى أفقى واحد ، و كانت المسافة المقطوعة بعد زمن قدره ن ثانية تساوى ف وحدة طول فإن : المسافة الرأسية بين الكتلتين عند نفس الزمن تساوى ٢ ف وحدة طول

حيث : تهبط الكتلة (ك$_1$) رأسياً لأسفل مسافة ف ، و فى نفس الوقت تصعد (ك$_2$) تتحرك رأسياً لأعلى نفس المسافة ف

الشد فى الخيط بين الكتلتين :

فى الشكل السابق :

إذا كانت الكتلتان ك$_1$ ، ك$_2$ بخيط آخر

تكون الشدود كما هى موضحة بالشكل المقابل

و تكون معادلات الحركة هى :

ك$_1$ حـ = ك$_1$ ء + شَ – ش ،

ك$_2$ حـ = ك$_2$ ء – شَ

حالة مشابهة (١) :

فى الحالة المرسومة بالشكل المقابل :

فإن معادلات الحركة هى :

(ك$_1$ + ك$_3$) حـ = (ك$_1$ + ك$_3$) ء + ش

، ك$_2$ حـ = ش – ك$_2$ ء

عند انفصال الكتلة الاضافية :

إذا فصلت الكتلة الاضافية ك$_3$ بعد زمن قدره ن ثانية فإن المجموعة تتحرك فى اتجاهها السابق و لكن بعجلة تقصيرية حـَ إلى أن تسكن لحظياً ، ثم تغير اتجاهها و تكون معادلات الحركة هى :

ك$_1$ حـَ = ك$_1$ ء – شَ ، ك$_2$ حـَ = شَ – ك$_2$ ء

و المجموعة (ك$_1$ ، ك$_2$) تتحرك بسرعة ابتدائية هى السرعة التى اكتسبتها لحظة الانفصال و تصل إلى سكون لحظى ، ثم تغير اتجاهها و ترتد لتكون الكتلة ك$_2$ هى القائدة

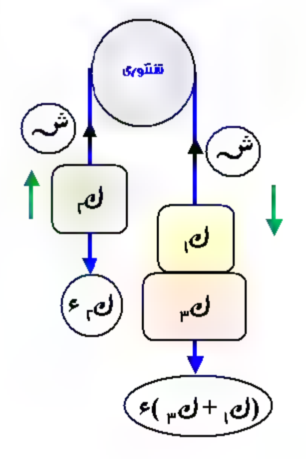
حالة مشابهة (٢) :

إذا كانت : ك$_1$ = ك$_2$ = ك

أى أن الكتلتين متساويتان و فى هذه الحالة تتحرك المجموعة

أما إذا كتلة قدرها ك$_3$ إلى أحدى الكتلتين كما بالشكل المقابل

فإن : المجموعة تتحرك فى اتجاه الكتلتين (ك$_1$ + ك$_3$) و تكون معادلات الحركة هى :



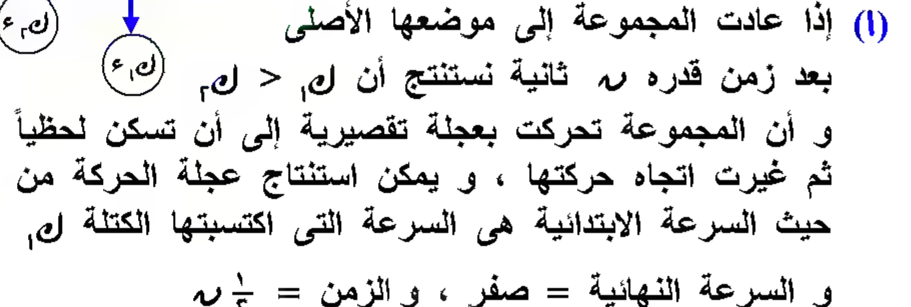
($ك_1$ + $ك_3$) جـ = ($ك_1$ + $ك_3$) ء + شـ

، $ك_2$ جـ = شـ − $ك_2$ ء

عند انفصال الكتلة الاضافية :

إذا فصلت الكتلة الاضافية $ك_3$ بعد زمن قدره ن ثانية فإن المجموعة تتحرك فى اتجاهها السابق بسرعة منتظمة هى السرعة التى اكتسبتها خلال ن ثانية (السرعة لحظة انفصال الكتلة $ك_3$)

حالة مشابهة (٣) :



إذا علقت الكتلتان $ك_1$ ، $ك_2$ فى طرفى الخيط و غير معلوم أياً من الكتلتين أكبر و اكتسبت الكتلة $ك_1$ سرعة مقدارها ع لأسفل و تحركت المجموعة فهناك ثلاث حالات :

(١) إذا عادت المجموعة إلى موضعها الأصلى بعد زمن قدره ن ثانية نستنتج أن $ك_1$ < $ك_2$
و أن المجموعة تحركت بعجلة تقصيرية إلى أن تسكن لحظياً ثم غيرت اتجاه حركتها ، و يمكن استنتاج عجلة الحركة من حيث السرعة الابتدائية هى السرعة التى اكتسبتها الكتلة $ك_1$
و السرعة النهائية = صفر ، و الزمن = $\frac{1}{2}$ ن

(٢) إذا تحركت المجموعة حركة منتظمة بسرعة ثابتة هى السرعة التى اكتسبتها الكتلة $ك_1$ ، و نستنتج أن الكتلتين متساويتين $ك_1$ = $ك_2$
و أن الحركة تتبع القانون الأول لنيوتن

(٣) إذا تحركت المجموعة بعجلة منتظمة تزايدية نستنتج أن $ك_1$ > $ك_2$
و يمكن دراسة الحركة من معادلات الحركة

إجابة حاول أن تحل (١) صفحة ١٩٥

علق جسمان كتلتاهما ٢١ جم ، ٢٨ جم من طرفى خيط خفيف يمر على بكرة صغيرة ملساء ، فإذا تحركت المجموعة من السكون فأوجد عجلة المجموعة و مقدار الشد فى الخيط و سرعة المجموعة بعد ثانيتن من بدء الحركة

الحل

معادلات الحركة :

٢٨ جـ = ٢٨ × ٩٨٠ − شـ (١)

٢١ جـ = شـ − ٢١ × ٩٨٠ (٢)

بجمع (١) ، (٢) ينتج : ٤٩ جـ = ٧ × ٩٨٠

∴ جـ = ١٤٠ سم / ث^2

، بالتعويض فى (٢) ينتج :

٢١ × ١٤٠ = شـ − ٢١ × ٩٨٠

∴ شـ = ٢١ × (٩٨٠ + ١٤٠) = ٢٣٥٢٠ داين

و بعد ٢ ث : ∵ ع = $ع_0$ + جـ ن

∴ ع = ٠ + ١٤٠ × ٢ = ٢٨٠ سم / ث

إجابة حاول أن تحل (٢) صفحة ١٩٦

خيط خفيف يمر على بكرة مثبتة ملساء و يتدلى من أحد طرفيه جسم كتلته ٩٠ جم و من الطرف الآخر جسم كتلته ٧٠ جم و بدأت المجموعة حركتها من السكون عندما كانت الكتله ٩٠ جم على ارتفاع ٢٤٥ سم من سطح الأرض أوجد :

(أ) الزمن الذى يمضى حتى تصل الكتلة ٩٠ جم إلى سطح الأرض

(ب) الزمن الذى يمضى بعد ذلك حتى يصبح الخيط مشدوداً مرة أخرى

الحل

معادلات الحركة :

٩٠ جـ = ٩٠ × ٩٨٠ − ش　　(١)

٧٠ جـ = ش − ٧٠ × ٩٨٠　　(٢)

بجمع (١) ، (٢) ينتج : ١٦٠ جـ = ٢٠ × ٩٨٠

∴ جـ = ١٢٢,٥ سم / ث^2

(أ) ∵ ف = ع. ن + $\frac{1}{2}$ جـ ن^2

∴ ٢٤٥ = ٠ + $\frac{1}{2}$ × ١٢٢,٥ ن^2

∴ ن^2 = ٤　　∴ ن = ٢ ث

أى أن : الكتلة ٩٠ جم تصل إلى سطح الأرض بعد ٢ ث

عند لحظة وصول الكتلة ٩٠ جم إلى سطح الأرض

∵ ع = ع. + جـ ن　　∴ ع = ٠ + ١٢٢,٥ × ٢ = ٢٤٥ سم / ث

∴ ع. للكتلة ٧٠ جم = ٢٤٥ سم / ث ثم تتحرك رأسياً لأعلى بعجلة الجاذبية الأرضية

حتى تسكن لحظياً ، ∵ ع = ع. − ء ن　　∴ ٠ = ٢٤٥ − ٩٨٠ ن

∴ ن$_1$ = $\frac{1}{4}$ ث ثم تعود الكتلة ٧٠ جم إلى الحركة لأسفل لتقطع نفس المسافة

فى نفس الزمن لكى يصبح الخيط مشدوداً مرة أخرى

(ب) الزمن الذى يمضى حتى يصبح الخيط مشدوداً مرة أخرى = ٢ ن$_1$

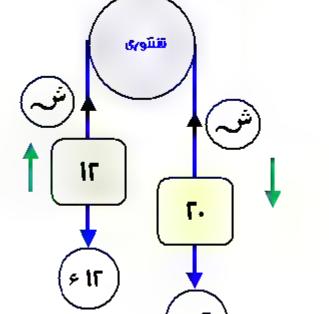
= ١٢ × $\frac{1}{4}$ = $\frac{1}{2}$ ث

رأسياً لأعلى بعجلة الجاذبية الأرضية حتى تسكن لحظياً و تكتسب سرعة ابتدائية

إجابة حاول أن تحل (٣) صفحة ١٩٧

يمر خيط خفيف يمر على بكرة صغيرة ملساء مثبتة و يحمل من طرفيه كتلتين ٢٠ جم ، ١٢ جم تتدليان رأسياً ، أوجد عجلة حركة المجموعة و الشد فى الخيط ، و إذا كانت المجموعة قد بدأت حركتها من السكون و قطع الخيط بعد مرور ثانيتين من لحظة بدء الحركة عين أقصى ارتفاع تصل إليه الكتلة ١٢ جم عن موضعها الأصلى عند بدء الحركة

الحل



معادلات الحركة :

٢٠ جـ = ٢٠ × ٩٨٠ − ش　　(١)

١٢ جـ = ش − ١٢ × ٩٨٠　　(٢)

بجمع (١) ، (٢) ينتج : ٣٢ جـ = ٨ × ٩٨٠

∴ جـ = ٢٤٥ سم / ث^2

، بالتعويض فى (٢) ينتج :

١٢ × ٢٤٥ = ش − ١٢ × ٩٨٠

∴ ش = ١٢ × (٩٨٠ + ٢٤٥) = ١٤٧٠٠ داين

عند لحظة قطع الخيط بعد ٢ ث : ∵ ع = ع. + جـ ن

∴ ع = ٠ + ٢٤٥ × ٢ = ٤٩٠ سم / ث　　∴ ع. للكتلة ١٢ جم = ٤٩٠ سم / ث

، ∵ ف = ع. ن + $\frac{1}{2}$ جـ ن^2　　∴ ف$_1$ = ٠ + $\frac{1}{2}$ × ٢٤٥ × ٤ = ٤٩٠ سم

و هى المسافة التى تحركتها الكتلة ١٢ جم رأسياً لأعلى

بعد قطع الخيط : تتحرك الكتلة ١٢ جم رأسياً لأعلى بعجلة الجاذبية الأرضية و تصل لأقصى ارتفاع (ف$_2$) ، عند أقصى ارتفاع : ∵ ع^2 = ع.^{2} + ٢ جـ ف

∴ ٠ = (٤٩٠)^2 + ٢ × ٩٨٠ ف$_2$　　∴ ف$_2$ = ١٢٢,٥ سم

∴ أقصى ارتفاع تصل إليه الكتلة ١٢ جم من موضعها الأصلى عند بدء الحركة

= ف$_1$ + ف$_2$ = ٤٩٠ + ١٢٢,٥ = ٦١٢,٥ سم

إجابة حاول أن تحل (٤) صفحة ١٩٨

خيط خفيف يمر على بكرة صغيرة ملساء مثبتة و يحمل فى طرفيه ثقلتين ٢٣٥ جم ، ٢٠ جم متصلين بخيط بحيث الثقل ٢٠ جم أسفل الثقل ٢٣٥ جم و فى الطرف الآخر ثقل قدره ٢٣٥ جم احسب العجلة

المشتركة إذا تحركت المجموعة من سكون ، و إذا قطع الخيط الذى يحمل الثقل ٢٠ جم بعد أن قطعت المجموعة مسافة ٤٥ سم و كان الثقل ٢٣٥ جم الهابط على مسافة ٩٠ سم من سطح الأرض عندئذ فاحسب الزمن الذى يأخذه هذا الثقل حتى يصل إلى سطح الأرض

الحل

معادلات الحركة :

٢٥٥ حـ = ٢٥٥ × ٩٨٠ – شـ (١)

٢٣٥ حـ = شـ – ٢٣٥ × ٩٨٠ (٢)

بجمع (١) ، (٢) ينتج : ٤٩٠ حـ = ٢٠ × ٩٨٠

∴ حـ = ٤٠ سم / ث٢

بعد قطع مسافة ٤٥ سم

∵ ع٢ = ع.٢ + ٢ حـ ف

∴ ع٢ = ٠ + ٢ × ٤٠ × ٤٥ = ٣٦٠٠

∴ ع = ٦٠ سم / ث

عند قطع الخيط الذى يحمل الثقل ٢٠ جم يصبح الثقلان متساويين فتتحرك المجموعة بسرعة منتظمة قدرها ٦٠ سم / ث

، و بعد أن يكون الثقل ٢٣٥ جم الهابط على مسافة ٩٠ سم من سطح الأرض

فإن : ن = $\frac{٩٠}{٦٠}$ = $\frac{٣}{٢}$ ث

أى أن : الزمن الذى يأخذه الثقل ٢٣٥ جم الهابط حتى يصل إلى سطح الأرض = $\frac{٣}{٢}$ ث

حركة مجموعة مكونة من جسمين يتحرك احدهما على نضد أفقى و الآخر يتحرك رأسياً لأسفل :

إذا ربط جسمان كتلتاهما ك١ ، ك٢ فى طرفى خيط خفيف غير مرن يمر على بكرة صغيرة ملساء بحيث كان الجسم ك٢ موضوع على مستوى أفقى و الجسم ك١ يتدلى رأسياً

أولاً : المستوى الأفقى أملس

معادلات الحركة :

ك١ حـ = ك١ ء – شـ ، ك٢ حـ = شـ

حساب عجلة حركة المجموعة و الشد فى الخيط :

و بجمع المعادلتين تنتج قيمة حـ ، و بالتعويض عن قيمة حـ فى أى من المعادلتين تنتج قيمة شـ

ملاحظة :

رد فعل المستوى الأفقى : ر = ك٢ ء

الضغط على البكرة :

عند تعليق الكتلتين من طرفى الخيط المار على البكرة يصبح الخيط مشدوداً و نتيجة لذلك تتولد قوة ضغط على محور البكرة تساوى محصلة القوتين

، ∵ القوتان متساويتان فى المقدار و متعامدان و كل منهما تساوى شـ

∴ ض تنصف الزاوية المحصورة بينهما أى أنها تميل بزاوية قياسها ٤٥°

∴ ض = ٢ شـ حتا ٤٥° ∴ ض = $\sqrt{٢}$ شـ

عند قطع الخيط :

إذا قطع الخيط الواصل بين الكتلتين بعد زمن قدره ن ثانية فإن كلا الكتلتين تتحرك فى الاتجاه السابق نفسه قبل قطع الخيط و يكون :

(١) الكتلة ($ك_1$) تتحرك لأسفل بسرعة ابتدائية ع (هى نفس السرعة لحظة قطع الخيط) و تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية

(٢) الكتلة ($ك_2$) تتحرك على المستوى بسرعة ابتدائية ع (هى نفس السرعة لحظة قطع الخيط)

ثانياً : المستوى الأفقى خشن

إذا كان : $م_ك$ هو معامل الاحتكاك الحركى

و حيث أن : ر = $ك_2$ ء فإن :

معادلات الحركة :

$ك_1$ جـ = $ك_1$ ء − ش ،

$ك_2$ جـ = ش − $م_ك$ ر

حساب عجلة حركة المجموعة و الشد فى الخيط :

و بجمع المعادلتين تنتج قيمة جـ ، و بالتعويض عن قيمة جـ فى أى من المعادلتين تنتج قيمة ش

عند قطع الخيط :

إذا قطع الخيط الواصل بين الكتلتين بعد زمن قدره ن ثانية فإن كلا الكتلتين تتحرك فى الاتجاه السابق نفسه قبل قطع الخيط و يكون :

(١) الكتلة ($ك_1$) تتحرك لأسفل بسرعة ابتدائية ع (هى نفس السرعة لحظة قطع الخيط) و تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية

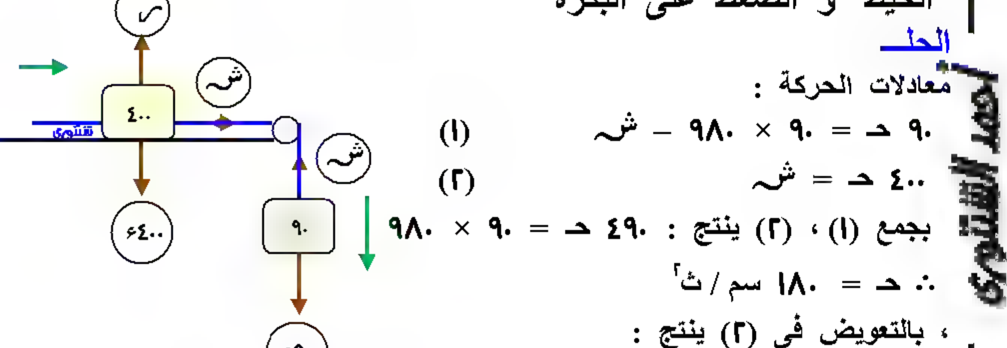
(٢) الكتلة ($ك_2$) تتحرك على المستوى بسرعة ابتدائية ع (هى نفس السرعة لحظة قطع الخيط) و بتقصير منتظم إلى أن تسكن

و تستنتج عجلة الحركة التقصيرية من معادلة الحركة :

$ك_2$ جـ′ = − $م_ك$ ر

إجابة حاول أن تحل (٥) صفحة ٢٠٠

جسم كتلته ٤٠٠ جم موضوع على مستوى نضد أملس ثم وصل بخيط خفيف يمر على بكرة ملساء عند حافة النضد و حمل فى طرفه جسماً آخر كتلته ٩٠ جم يتدلى رأسياً ، أوجد العجلة المشتركة و الشد فى الخيط و الضغط على البكرة



الحل

معادلات الحركة :

٩٠ جـ = ٩٠ × ٩٨٠ − ش (١)

٤٠٠ جـ = ش (٢)

بجمع (١) ، (٢) ينتج : ٤٩٠ جـ = ٩٠ × ٩٨٠

∴ جـ = ١٨٠ سم / $ث^2$

، بالتعويض فى (٢) ينتج :

ش = ٤٠٠ × ١٨٠ = ٧٢٠٠٠ داين

∴ ض = $\sqrt{2}$ ش = ٧٢٠٠٠ $\sqrt{2}$ داين

إجابة حاول أن تحل (٦) صفحة ٢٠١

وضع جسم كتلته ٦٣ جم على نضد أفقى خشن و ربط بخيط أفقى يمر على بكرة صغير ملساء مثبتة عند حافة النضد و ربط فى الطرف الآخر للخيط جسم كتلته ٣٥ جم على ارتفاع ٢٨٠ سم من سطح الأرض فإذا كان معامل الاحتكاك الديناميكى بين الجسم و المستوى يساوى $\frac{1}{3}$ فأوجد السرعة التى تصل بها الكتلة ٣٥ جم إلى سطح الأرض و المسافة التى تتحركها الكتلة ٦٣ جم حتى تسكن

الحل

م = ٦٣ × ٩٨٠ داين ، مَ = $\frac{١}{٣}$

معادلات الحركة :

٣٥ جـ = ٣٥ × ٩٨٠ − ش (١)

٦٣ جـ = ش − مَ ر

∴ ٦٣ جـ = ش − $\frac{١}{٣}$ × ٦٣ × ٩٨٠

∴ ٦٣ جـ = ش − ٢١ × ٩٨٠ (٢)

بجمع (١) ، (٢) ينتج : ٩٨ جـ = ٥٦ × ٩٨٠

∴ جـ = ٥٦٠ سم / ث²

بالنسبة للكتلة ٣٥ جم :

∵ ع² = ع.² + ٢ جـ ف   ∴ ع² = ٠ + ٢ × ٥٦٠ × ٢٨٠

∴ ع = ٢٨٠ سم / ث   " سرعتها عند سطح الأرض "

بالنسبة للكتلة ٦٣ جم :

معادلة الحركة هى : ٦٣ جـ = − مَ ر   ∴ ٦٣ جـ = − $\frac{١}{٣}$ × ٦٣ × ٩٨٠

∴ جـ = − $\frac{١}{٣}$ × ٩٨٠ سم / ث² ، ع. = ٢٨٠ سم / ث

∵ ع² = ع.² + ٢ جـ ف   ∴ ٠ = (٢٨٠)² + ٢ × (− $\frac{١}{٣}$ × ٩٨٠) ف

∴ ف = ١٢٠ سم   " المسافة التى تحركتها على النضد حتى تسكن "

إجابة حاول أن تحل (٧) صفحة ٢٠٣

وضع جسم كتلته ١٤ كجم موضوع على مستوى أفقى خشن معامل الاحتكاك بينهما $\frac{١}{٧}$ ، ربط من جهتيه بخيطين خفيفين يمر أحدهما على بكرة ملساء عند حافة المستوى و يتدلى منه رأسياً جسم كتلته ٣٥ كجم و يمر الخيط الثانى على بكرة ملساء أخرى عند حافة المستوى المقابلة و يتدلى منه رأسياً جسم كتلته ٢١ كجم بحيث كانت البكرتان و الجسم بينهما على استقامة واحدة فإذا تحركت المجموعة من سكون و جميع اجزاء الخيط مشدودة عندما كانت الكتلة ٣٥ كجم على مسافة ٢١ سم من سطح الأرض فأوجد سرعتها عندما تصطدم بالأرض

الحل

م = ١٤ × ٩٨٠ داين ، مَ = $\frac{١}{٧}$

∵ الكتلة ٣٥ جم أكبر من الكتلة ٢١ جم

∴ الكتلة الموضوعة على النضد تتحرك

الكتلة ٣٥ جم

معادلات الحركة :

٣٥ جـ = ٣٥ × ٩٨٠ − ش١ (١)

١٤ جـ = ش١ − ش٢ − مَ ر

∴ ١٤ جـ = ش١ − ش٢ − $\frac{١}{٧}$ × ١٤ × ٩٨٠

∴ ١٤ جـ = ش١ − ش٢ − ٢ × ٩٨٠ (٢)

٢١ جـ = ش٢ − ٢١ × ٩٨٠ (٣)   بجمع المعادلات الثلاث ينتج :

٧٠ جـ = ١٢ × ٩٨٠   ∴ جـ = ١٦٨ م / ث²

عندما تصل الكتلة ٣٥ جم إلى سطح الأرض :

∵ ع² = ع.² + ٢ جـ ف   ∴ ع² = ٠ + ٢ × ١٦٨ × ٢١

∴ ع = ٨٤ م / ث   " سرعة اصطدام الكتلة ٣٥ جم بالأرض "

حركة مجموعة مكونة من جسمين مربوطين بخيط يمر على بكرة ملساء أحدهما على مستوى مائل و الآخر يتدلى رأسياً :

إذا ربط جسمان كتلتاهما ك١ ، ك٢ فى طرفى خيط خفيف غير مرن يمر على بكرة صغيرة ملساء بحيث كان الجسم ك٢ موضوع على مستوى مائل يميل على الأفقى بزاوية قياسها θ و الجسم ك١ يتدلى رأسياً

فإذا كان : ك١ > ك٢ فإن :

الجسم الموضوع على المستوى يتحرك لأعلى المستوى و تكون :

معادلات الحركة :

ك١ جـ = ك١ ء – شـ ، ك٢ جـ = شـ – ك٢ ء حا θ

ملاحظة :

رد فعل المستوى المائل : ر = ك٢ ء حتا θ

حساب عجلة حركة المجموعة و الشد فى الخيط :

و بجمع المعادلتين تنتج قيمة جـ ، و بالتعويض عن قيمة جـ فى أى من المعادلتين تنتج قيمة شـ

ملاحظة :

رد فعل المستوى الأفقى : ر = ك٢ ء

الضغط على البكرة :

عند تعليق الكتلتين من طرفى الخيط المار على البكرة يصبح الخيط مشدوداً و نتيجة لذلك تتولد قوة ضغط على محور البكرة تساوى محصلة القوتين

، ∵ القوتان متساويتان فى المقدار و كل منهما تساوى شـ

و بينهما زاوية قياسها ى = ٩٠° – θ

∴ ض تنصف الزاوية المحصورة بينهما أى أنها تميل بزاوية قياسها ٤٥° – ½ θ

∴ ض = ٢ شـ حتا ½ ى

∴ ض = ٢ شـ حتا (٤٥° – ½ θ) = √(٢ + ٢ حا θ) شـ

عند قطع الخيط :

إذا قطع الخيط الواصل بين الكتلتين بعد زمن قدره ن ثانية فإن كلا الكتلتين تتحرك فى الاتجاه السابق نفسه قبل قطع الخيط و يكون :

(١) الكتلة (ك١) تتحرك لأسفل بسرعة ابتدائية ع (هى نفس السرعة لحظة قطع الخيط) و تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية

(٢) الكتلة (ك٢) تتحرك على المستوى المائل فى نفس اتجاه حركتها بسرعة ابتدائية ع (هى نفس السرعة لحظة قطع الخيط) و بعجلة تقصيرية حتى تسكن لحظياً ثم تغير اتجاه حركتها

المسافة الرأسية بين الكتلتين :

إذا بدأت المجموعة حركتها و كانت ك١ ، ك٢ فى مستوى أفقى واحد و قطعت المجموعة مسافة ف وحدة طول

فإن المسافة الرأسية بين الكتلتين = ف (١ + حا θ)

حيث : θ زاوية ميل المستوى على الأفقى

ملاحظات :

(١) إذا كان المستوى خشناً تظهر قوة الاحتكاك الحركى (م٠ ر) فى اتجاه الحركة و تتغير معادلات الحركة تبعاً لذلك

(٢) لتحديد اتجاه الحركة نقارن بين : ك١ ، ك٢ حا θ

و هناك ثلاث حالات هى :

١) ك١ > ك٢ حا θ ∴ حـ > ٠ ،
الكتلة ك١ تتحرك رأسياً لأسفل ، ك٢ تتحرك لأعلى المستوى

٢) ك١ < ك٢ حا θ ∴ حـ < ٠ ،
الكتلة ك١ تتحرك رأسياً لأعلى ، ك٢ تتحرك لأسفل المستوى

٣) ك١ = ك٢ حا θ ∴ حـ = ٠ ،
تتحرك الكتلتان حركة منتظمة أو تظل ساكنة

إجابة حاول أن تحل (٨) صفحة ٢٠٥

مستوى مائل أملس يميل على الأفقى بزاوية جيبها ٢/٣ وضع عليه جسم كتلته ٢١٠ جم و ربط بخيط خفيف يمر على بكرة صغيرة ملساء عند قمة المستوى ، و يحمل فى طرفه كفة ميزان كتلتها ٧٠ جم و عليها جسم كتلته ٢١٠ جم ، إذا بدأت المجموعة حركتها من السكون فأوجد الشد فى الخيط و الضغط على الكفة مقدرين بوحدة ثقل جرام ، و إذا أبعد الجسم من الكفة بعد ٧ ثوانٍ من بدء الحركة فأثبت أن المجموعة تسكن لحظياً بعد مضى ٨ ثوانٍ أخرى

الحل

∵ ٢١٠ ء حا θ = ٢١٠ ء × ٢/٣ = ١٤٠ ء

∴ ٢٨٠ ء > ٢١٠ ء حا θ

∴ الكتلة على المستوى تتحرك لأعلى

معادلات الحركة هى :

٢٨٠ حـ = ٢٨٠ × ٩٨٠ − ش (١)

٢١٠ حـ = ش − ٢١٠ × ٩٨٠ حا θ

∴ ٢١٠ حـ = ش − ٢١٠ × ٩٨٠ × ٢/٣

∴ ٢١٠ حـ = ش − ١٤٠ × ٩٨٠ (٢) بجمع (١) ، (٢) ينتج :

٤٩٠ حـ = ٧٠ × ٩٨٠ ∴ حـ = ٢٨٠ سم / ث²

، بالتعويض فى (٢) ينتج : ٢١٠ × ٢٨٠ = ش − ١٤٠ × ٩٨٠

∴ ش = ٢١٠ × ٢٨٠ + ١٤٠ × ٩٨٠ = ١٩٦٠٠٠ داين

= ١٩٦٠٠٠ ÷ ٩٨٠ = ٢٠٠ ث جم

بالنسبة للكتلة على الكفة : ٢١٠ حـ = ٢١٠ × ٩٨٠ − ر

∴ ٢١٠ × ٢٨٠ = ٢١٠ × ٩٨٠ − ر

∴ ر = ٢١٠ × ٩٨٠ − ٢١٠ × ٢٨٠ = ١٤٧٠٠٠ داين

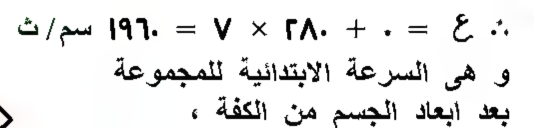
∴ ض (الضغط على الكفة) = ١٤٧٠٠ داين

= ١٤٧٠٠٠ ÷ ٩٨٠ = ١٥٠ ث جم

عند ابعاد الجسم من الكفة :

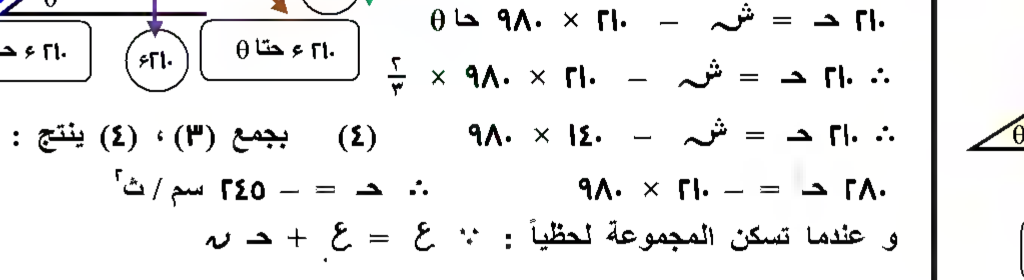
بعد ٧ ث : ∵ ع = ع٠ + حـ ن

∴ ع = ٠ + ٢٨٠ × ٧ = ١٩٦٠ سم/ث



و هى السرعة الابتدائية للمجموعة بعد ابعاد الجسم من الكفة ،

و معادلات الحركة للمجموعة هى :



٧٠ حـ = ٧٠ × ٩٨٠ − ش (٣)

٢١٠ حـ = ش − ٢١٠ × ٩٨٠ حا θ

∴ ٢١٠ حـ = ش − ٢١٠ × ٩٨٠ × ٢/٣

∴ ٢١٠ حـ = ش − ١٤٠ × ٩٨٠ (٤) بجمع (٣) ، (٤) ينتج :

٢٨٠ حـ = − ٢١٠ × ٩٨٠ ∴ حـ = − ٢٤٥ سم / ث²

و عندما تسكن المجموعة لحظياً : ∵ ع = ع٠ + حـ ن

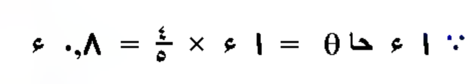
∴ ٠ = ١٩٦٠ + (− ٢٤٥) × ن و منها : ن = ٨ ث

أى أن : المجموعة تسكن لحظياً بعد ٨ ث بعد ابعاد الجسم من الكفة

إجابة حاول أن تحل (٩) صفحة ٢٠٦

جسم كتلته كيلو جرام واحد موضوع على مستوى خشن يميل على الأفقى بزاوية قياسها θ حيث حا θ = $\frac{٤}{٥}$ و مربوط بخيط خفيف يمر على بكرة ملساء فى قمة المستوى حيث يتدلى من الطرف الآخر للخيط كفة ميزان كتلتها ٢٤٠ جم موضوع بها كتلة مقدارها ١٠٠ جم فإذا كان معامل الاحتكاك بين الجسم و المستوى يساوى $\frac{١}{٣}$ ، و تركت المجموعة للحركة من سكون و الخيط منطبق على خط أكبر ميل للمستوى فأوجد ضغط الكتلة على الكفة ، و إذا وضعت بالكفة كتلة أخرى مقدارها ١٠٠ جم بعد ثانية واحدة من بدء الحركة فأوجد الضغط على الكفة عندئذ و المسافة التى تحركتها المجموعة فى الثوانى التالية

الحل



∵ ١ ء حا θ = ١ × $\frac{٤}{٥}$ ء = ٠,٨ ء

∴ ٠,٥ ء < ١ ء حا θ

∴ الكتلة على المستوى تتحرك لأسفل

، ر = ١ × ٩,٨ حتا θ

= ١ × ٩,٨ × $\frac{٣}{٥}$ = ٥,٨٨ نيوتن

معادلات الحركة هى :

٠,٥ جـ = ش − ٠,٥ × ٩,٨ (١)

١ جـ = ١ × ٩,٨ حا θ − ش − م ك ر

∴ ١ جـ = ١ × ٩,٨ × $\frac{٤}{٥}$ − ش − $\frac{١}{٣}$ × ٥,٨٨

∴ ١ جـ = ٧,٨٤ − ش − ١,٩٦ (٢) بجمع (١) ، (٢) ينتج :

١,٥ جـ = ٩,٨ ∴ جـ = $\frac{٤٩}{٧٥}$ م / ث^2

بالنسبة للكتلة على الكفة : ٠,١ جـ = ر − ٠,١ × ٩,٨

∴ $\frac{١}{١٠}$ × $\frac{٤٩}{٧٥}$ = ر − $\frac{١}{١٠}$ × $\frac{٩٨}{١٠}$

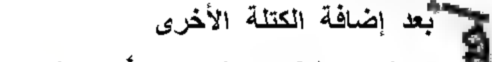
∴ ر = $\frac{١}{١٠}$ × $\frac{٩٨}{١٠}$ + $\frac{١}{١٠}$ × $\frac{٤٩}{٧٥}$ = $\frac{٣٩٢}{٣٧٥}$ نيوتن

∴ ض (الضغط على الكفة) = $\frac{٣٩٢}{٣٧٥}$ نيوتن

بعد ١ ث : ∵ ع = ع. + جـ ن

∴ ع = ٠ + $\frac{٤٩}{٧٥}$ × ١ = $\frac{٤٩}{٧٥}$ م / ث

و هى السرعة الابتدائية بعد ابعاد الجسم للمجموعة بعد ١ ث بعد إضافة الكتلة الأخرى



∵ ١ ء حا θ = ١ × $\frac{٤}{٥}$ ء = ٠,٨ ء

∴ ٠,٨ ء = ١ ء حا θ

∴ جـ = صفر

∴ المجموعة تتحرك بسرعة منتظمة

= $\frac{٤٩}{٧٥}$ م / ث

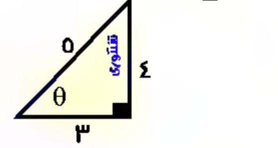
و يكون الضغط على الكفة = ٠,٢ × ٩,٨

= ١,٩٦ نيوتن



و بعد ٣ ثوان أخرى :

ف = $\frac{٤٩}{٧٥}$ × ٣ = $\frac{٤٩}{٢٥}$ م = ١,٩٦ م



ملاحظة :

يمكن اثبات أن " جـ = صفر " من معادلات الحركة :

٠,٦ جـ = ش′ − ٠,٦ × ٩,٨ (٣)

١ جـ = = ٧,٨٤ − ش′ − ١,٩٦ (٤)

بجمع (١) ، (٢) ينتج : جـ = صفر

حل تمارين (٢ – ٧) صفحة ٢٠٦ بالكتاب المدرسى

أكمل ما يأتى :

(١) جسمان كتلة كل منهما ٣ كجم مربوطان فى طرفى خيط خفيف غيلا مرن يمر على بكرة صغيرة ملساء ، إذا أكتسبت المجموعة سرعة قدرها ٢ م / ث فإن :



(أ) عجلة الحركة ح = ... م / ث^2

(ب) الشد فى الخيط = ... ث كجم

(ح) المسافة التى قطعتها إحدى الكتلتين خلال ثانية واحدة من بدء الحركة = ... متراً

(٢) فى الشكل المقابل :

إذا تحركت المجموعة من السكون فإن :

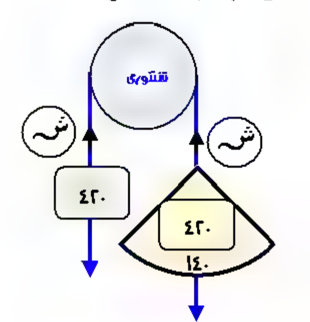
(أ) عجلة الحركة ح = ... م / ث^2

(ب) سرعة المجموعة بعد ٢ ث = ... م / ث

(ح) إذا أنفصلت الكتلة ٢ ك عن المجموعة بعد ٢ ثانية فإن المجموعة تتحرك بعد ذلك بعجلة = ...

(ء) المسافة التى قطعتها الكتلة ك فى ٥ ثوان من بداية الحركة = ... م

(٣) كتلتان مقدار كل منهما ٤٢٠ جم إحداهما موضوعة فى كفة ميزان كتلتها ١٤٠ جم و تحركت المجموعة من السكون فإن :



(أ) عجلة الحركة ح = ... سم / ث^2

(ب) الشد فى الخيط = ... ث جم

(ح) الضغط على محور البكرة = ... ث جم

(ء) الضغط على كفة الميزان = ... ث جم

(٤) فى الشكل المقابل :

جسمان كتلتاهما ك ، ٢ ك مربوطان فى طرفى خيط يمر على بكرة صغيرة ملساء و تحركت المجموعة من السكون عندما كان الجسمان فى مستوى أفقى واحد

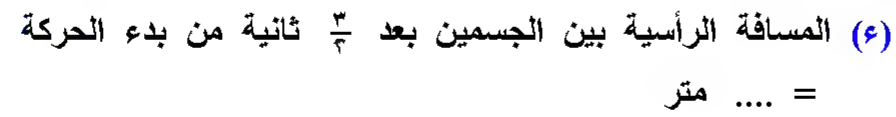


(أ) عجلة الحركة ح = ... م / ث^2

(ب) الضغط على البكرة = ... ث كجم



(ح) سرعة المجموعة بعد ٣/٢ ثانية من بدء الحركة = ... م / ث

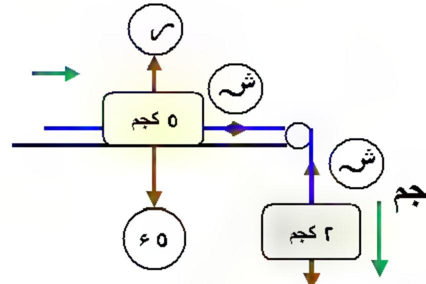


(ء) المسافة الرأسية بين الجسمين بعد ٣/٢ ثانية من بدء الحركة = ... متر

(هـ) إذا قطع الخيط بعد ٣/٢ ثانية من بدء الحركة فإن الكتلة ك تصل إلى السكون اللحظى بعد زمن قدره .... ثانية

(و) إذا كانت المسافة بين الجسمين بعد زمن ىه ثانية بعد قطع الخيط أصبحت ١٢,٢٥ متراً فإن : ىه = ... ثانية

(٥) فى الشكل المقابل :





(أ) ح = ... م / ث^2

(ب) ش = ... ث كجم

(ح) الضغط على البكرة = ... ث كجم

(ء) المسافة المقطوعة بعد ٢ ث = ... متر

(هـ) سرعة المجموعة بعد ٢ ث = ... م / ث

(٦) فى الشكل المقابل :

(أ) حـ = ... م / ث٢

(ب) شـ = ... ث كجم

(حـ) الضغط على البكرة = ... ث كجم

(ء) المسافة المقطوعة بعد ٢ ث



الحـل

(١) ∵ الكتلتين متساويتين ∴ المجموعة لن تتحرك

(أ) عجلة الحركة = صفر

(ب) شـ الشد فى الخيط = ٣ ث كجم

(حـ) عندما تكتسب المجموعة سرعة قدرها ٢ م / ث

∴ المجموعة تتحرك بسرعة منتظمة قدرها ٢ م / ث

∴ بعد ١ ث يكون : ف = ع × ن = ٢ × ١ = ٢ م

(٢) معادلات الحركة هى :

٣ ك حـ = ٣ ك × ٩,٨ − شـ (١)

١ ك حـ = شـ − ١ ك × ٩,٨ (٢)

(أ) بجمع (١) ، (٢) ينتج : ٤ ك حـ = ٢ ك × ٩,٨

∴ حـ = ٤,٩ م / ث٢

(ب) ∵ ع = ع. + حـ ن

∴ ع = ٠ + ٤,٩ × ٢ = ٩,٨ م/ث

(حـ) عند إنفصال الكتلة ٢ ك بعد ٢ ث تصبح

الكتلتين متساويتين ∴ حـ = صفر

(ء) بعد ٢ ث من بدء الحركة : ∵ ف = ع. ن + ½ حـ ن٢

∴ ف١ = ٠ + ½ × ٤,٩ × ٤ = ٩,٨ م

بعد ٢ ث : المجموعة تتحرك بسرعة منتظمة = ٩,٨ م / ث

∴ بعد ٣ ث من بدء الحركة يكون :

ف٢ = ع × ن = ٣ × ٩,٨ = ٢٩,٤ م

∴ بعد ٨ ث من بدء الحركة يكون :

ف = ف١ + ف٢ = ٩,٨ + ٢٩,٤ = ٣٩,٢ م

(٣) معادلات الحركة هى :

٥٦٠ حـ = ٥٦٠ × ٩٨٠ − شـ (١)

٤٢٠ حـ = شـ − ٤٢٠ × ٩٨٠ (٢)

(أ) بجمع (١) ، (٢) ينتج : ٩٨٠ حـ = ١٤٠ × ٩٨٠

∴ حـ = ١٤٠ سم / ث٢

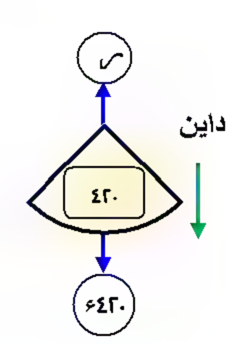
(ب) بالتعويض فى (٢) ينتج :

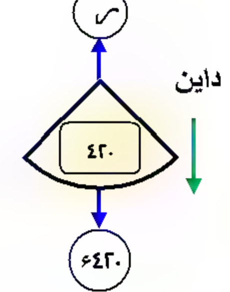
٤٢٠ × ١٤٠ = شـ − ٤٢٠ × ٩٨٠

∴ شـ = ٤٢٠ × ١٤٠ + ٤٢٠ × ٩٨٠

= ٤٧٠٤٠٠ داين = ٤٧٠٤٠٠ ÷ ٩٨٠ = ٤٨٠ ث جم

(حـ) الضغط على محور البكرة : ض = ٢ شـ = ٢ × ٤٨٠ = ٩٦٠ ث جم





(ء) بالنسبة للكتلة على الكفة :

∵ ٤٢٠ حـ = ٤٢٠ × ٩٨٠ − ر

∴ ر = ٤٢٠ × ٩٨٠ − ٤٢٠ × ١٤٠ = ٣٥٢٨٠٠ داين

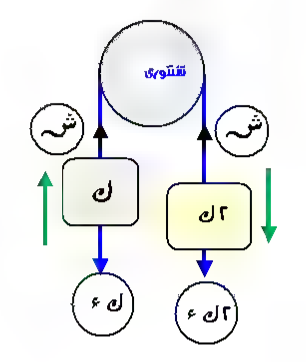
∴ ض (الضغط على الكفة) = ٣٥٢٨٠٠ داين

= ٣٥٢٨٠٠ ÷ ٩٨٠ = ٣٦٠ ث جم

(٤) معادلات الحركة هى :

٢ ك جـ = ٢ ك ء − ش (١)

ك جـ = ش − ك ء (٢)



(أ) بجمع (١) ، (٢) ينتج : ٣ ك جـ = ك ء

∴ جـ = ١/٣ ء م/ث² = ١/٣ × ٩٫٨ م/ث²

(ب) بالتعويض فى (٢) ينتج :

ك × ١/٣ ء = ش − ك ء

∴ ش = ١/٣ ك ء + ك ء = ٤/٣ ك ء نيوتن

= ٤/٣ ك ء ÷ ء = ٤/٣ ك ث كجم

∴ ض = ٢ ش = ٢ × ٤/٣ ك = ٨/٣ ك ث كجم

(جـ) بعد ٣/٢ ث : ∵ ع = ع. + جـ ن

∴ ع = ٠ + ١/٣ × ٩٫٨ × ٣/٢ = ٤٫٩ م/ث

(ء) بعد ٣/٢ ث : ∵ ف = ع. ن + ١/٢ جـ ن²

∴ ف = ٠ + ١/٢ × ١/٣ × ٩٫٨ × (٣/٢)² = ٣٫٦٧٥ م

∴ المسافة الرأسية بين الجسمين = ٢ × ٣٫٦٧٥ م = ٧٫٣٥ م

(هـ) بعد قطع الخيط فإن الكتلة ك تتحرك لأعلى بسرعة إبتدائية ٤٫٩ م/ث تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية حتى تصل للسكون اللحظى

، ∵ ع = ع. − ء ن ∴ ٠ = ٤٫٩ − ٩٫٨ ن ∴ ن = ١/٢ ث

(و) عند قطع الخيط بعد زمن ن ثانية :

تصعد الكتلة ٢ ك رأسياً لأعلى ، و تهبط الكتلة ٢ ك رأسياً لأسفل كلاهما تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية ، و بسرعة ابتدائية ٤٫٩ م/ث

بالنسبة للكتلة ٢ ك : ∵ ف = ع. ن + ١/٢ ء ن²

∴ ف١ = ٤٫٩ ن + ١/٢ × ٩٫٨ ن²

بالنسبة للكتلة ك : ∵ ف = ع. ن − ١/٢ ء ن²

∴ ف٢ = ٤٫٩ ن − ١/٢ × ٩٫٨ ن²

، بعد ن ث : ف١ + ف٢ = ١٢٫٢٥ م

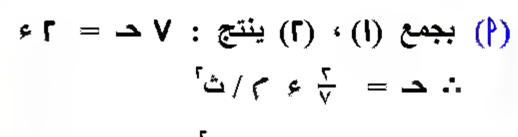
∴ ٤٫٩ ن + ١/٢ × ٩٫٨ ن² + ٤٫٩ ن − ١/٢ × ٩٫٨ ن² = ١٢٫٢٥

∴ ٩٫٨ ن = ١٢٫٢٥ و منها : ن = ١٫٢٥ ث

(٥) معادلات الحركة هى :

٢ جـ = ٢ ء − ش (١)

٥ جـ = ش (٢)



(أ) بجمع (١) ، (٢) ينتج : ٧ جـ = ٢ ء



∴ جـ = ٢/٧ ء م/ث²

= ٢٫٨ م/ث²



(ب) بالتعويض فى (٢) ينتج :

ش = ٥ × ٢/٧ ء = ١٠/٧ ء نيوتن = ١٠/٧ ء ÷ ء = ١٠/٧ ث كجم

(جـ) ض = ش √٢ = ١٠/٧ × √٢ = ١٠/٧ √٢ ث كجم

(ء) بعد ٢ ث : ∵ ف = ع. ن + ١/٢ جـ ن²

∴ ف = ٠ + ١/٢ × ٢٫٨ × (٢)² = ٥٫٦ م

(هـ) بعد ٢ ث : ∵ ع = ع. + جـ ن

∴ ع = ٠ + ٢٫٨ × ٢ = ٥٫٦ م/ث

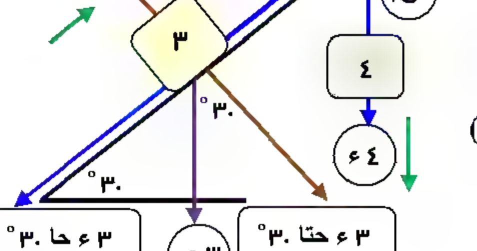
(٦) معادلات الحركة هى :

٤ جـ = ٤ × ٩,٨ − ش (١)

٣ جـ = ش − ٣ × ٩,٨ حا ٣٠°

∴ ٣ جـ = ش − ٣ × ٩,٨ × ½

∴ ٣ جـ = ش − ٣ × ٤,٩ (٢)



(أ) بجمع (١) ، (٢) ينتج :

٧ جـ = ٤ × ٩,٨ − ٣ × ٤,٩

∴ ٧ جـ = ٢,٤٥ ∴ جـ = ٣,٥ م / ث²

(ب) بالتعويض فى (٢) ينتج : ٣ × ٣,٥ = ش − ٣ × ٤,٩

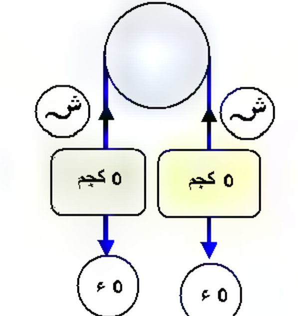
∴ ش = ١٠,٥ + ١٤,٧ = ٢٥,٢ نيوتن

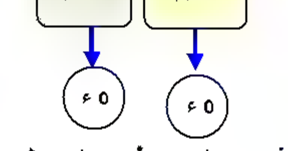
(حـ) ض = ٢ ش حتا ½ ى = ٢ × ٢٥,٢ × حتا ٣٠°

= ٥٠,٤ × √٣ / ٢ = ٢٥,٢ √٣ نيوتن

(٧) فى كل من الأشكال الآتية أوجد :







شكل (١) شكل (٢) شكل (٣)



(أ) عجلة الحركة (ب) ش الشد فى الخيط (حـ) الضغط على البكرة

الحل

فى شكل (١) : معادلات الحركة هى :

٩٠٠ جـ = ٩٠٠ × ٩٨٠ − ش (١)

٥٠٠ جـ = ش − ٥٠٠ × ٩٨٠ (٢)

(أ) بجمع (١) ، (٢) ينتج :

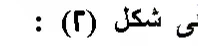
١٤٠٠ جـ = ٤٠٠ × ٩٨٠ ∴ جـ = ٢٨٠ سم / ث²

(ب) بالتعويض فى (٢) ينتج :

٥٠٠ × ٢٨٠ = ش − ٥٠٠ × ٩٨٠

∴ ش = ١٤٠٠٠٠ + ٤٩٠٠٠٠ = ٦٣٠٠٠٠ داين

(حـ) ض = ٢ ش = ٢ × ٦٣٠٠٠٠ = ١٢٦٠٠٠٠ داين



فى شكل (٢) :

∵ الكتلتين متساويتين ∴ المجموعة لن تتحرك

(أ) عجلة الحركة = صفر

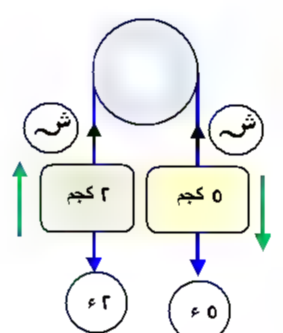
(ب) ش الشد فى الخيط = ٥ ث كجم

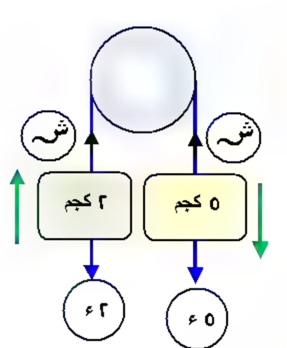
(حـ) ض = ٢ ش = ٢ × ٥ = ١٠ ث كجم

فى شكل (٣) : معادلات الحركة هى :

٥ جـ = ٥ × ٩,٨ − ش (١)

٢ جـ = ش − ٢ × ٩,٨ (٢)





(أ) بجمع (١) ، (٢) ينتج :

٧ جـ = ٣ × ٩,٨ ∴ جـ = ٤,٢ م / ث²

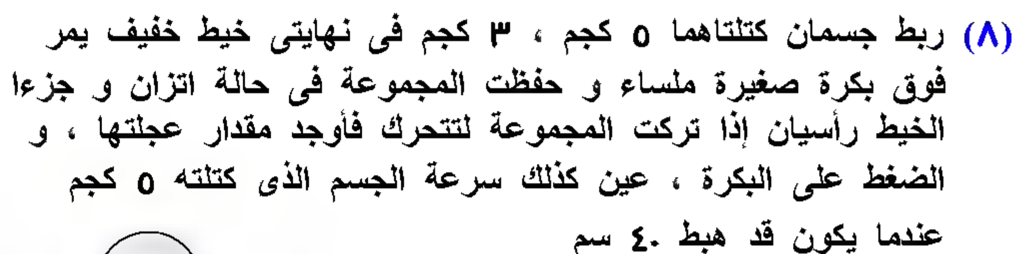
(ب) بالتعويض فى (٢) ينتج :

٢ × ٤,٢ = ش − ٢ × ٩,٨

∴ ش = ٨,٤ + ١٩,٦ = ٢٨ نيوتن

(حـ) ض = ٢ ش = ٢ × ٢٨ = ٥٦ نيوتن

(٨) ربط جسمان كتلتاهما ٥ كجم ، ٣ كجم فى نهايتى خيط خفيف يمر فوق بكرة صغيرة ملساء و حفظت المجموعة فى حالة اتزان و جزءا الخيط رأسيان إذا تركت المجموعة لتتحرك فأوجد مقدار عجلتها ، و الضغط على البكرة ، عين كذلك سرعة الجسم الذى كتلته ٥ كجم عندما يكون قد هبط ٤٠ سم



الحل

معادلات الحركة :

٥ حـ = ٥ × ٩,٨ – شـ (١)

٣ حـ = شـ – ٣ × ٩,٨ (٢)

بجمع (١) ، (٢) ينتج : ٨ حـ = ٢ × ٩,٨

∴ حـ = ٢,٤٥ م / ث^2

بالتعويض فى (٢) ينتج :

٣ × ٢,٤٥ = شـ – ٣ × ٩,٨

∴ شـ = ٧,٣٥ + ٢٩,٤ = ٣٦,٧٥ نيوتن

= ٣٦,٧٥ ÷ ٩,٨ = ٣,٧٥ ث كجم

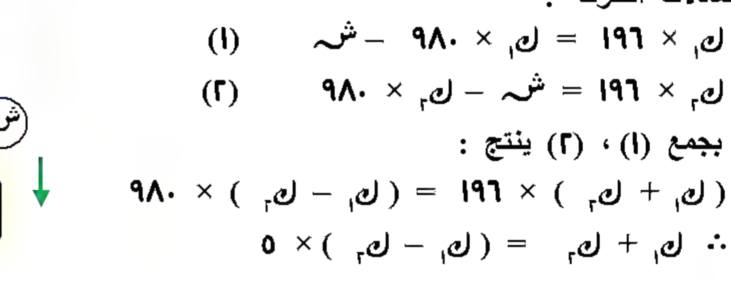
عندما يهبط الجسم الذى كتلته ٥ كجم مسافة ٠,٤ م :

∵ ع^2 = ع$_0^2$ + ٢ حـ ف ∴ ع^2 = ٠ + ٢ × ٢,٤٥ × ٠,٤

∴ ع = ١,٤ م / ث

(٩) علق جسمان كتلتاهما ك$_1$ ، ك$_2$ حيث ك$_1$ > ك$_2$ فى طرفى خيط يمر على بكرة ملساء ، إذا كانت المجموعة متحركة بعجلة ١٩٦ سم / ث^2 فأوجد ك$_1$: ك$_2$

الحل



معادلات الحركة :

ك$_1$ × ١٩٦ = ك$_1$ × ٩٨٠ – شـ (١)

ك$_2$ × ١٩٦ = شـ – ك$_2$ × ٩٨٠ (٢)

بجمع (١) ، (٢) ينتج :

(ك$_1$ + ك$_2$) × ١٩٦ = (ك$_1$ – ك$_2$) × ٩٨٠

∴ ك$_1$ + ك$_2$ = (ك$_1$ – ك$_2$) × ٥

∴ ك$_1$ + ك$_2$ = ٥ ك$_1$ – ٥ ك$_2$

∴ ٦ ك$_2$ = ٤ ك$_1$ ∴ ٣ ك$_2$ = ٢ ك$_1$

∴ ك$_1$: ك$_2$ = ٣ : ٢

(١٠) علق جسمان كتلتاهما ٣ ك ، ك جم فى نهايتى خيط خفيف يمر على بكرة ملساء و حفظت المجموعة فى حالة اتزان و جزءا الخيط رأسيان فإذا تركت المجموعة لتتحرك من سكون عندما كانت المسافة الرأسية بين الكتلتين ١٦٠ سم و الكتلة ك أسفل الكتلة ٣ ك أوجد الزمن الذى تصبح فيه الكتلتان فى مستوى أفقى واحد



الحل

معادلات الحركة :

٣ ك حـ = ٣ ك × ٩٨٠ – شـ (١)

ك حـ = شـ – ك × ٩٨٠ (٢)

بجمع (١) ، (٢) ينتج : ٤ ك حـ = ٢ ك × ٩٨٠

∴ حـ = ٤٩٠ سم / ث^2

∵ المسافة الرأسية بين الكتلتين (٢ ف) = ١٦٠ سم

∴ عندما تصبح الكتلتان فى مستوى أفقى واحد فإن :

المسافة الرأسية بين الكتلتين (ف) = ٨٠ سم

، ∵ ف = ع$_0$ ن + $\frac{1}{2}$ حـ ن^2

∴ ٨٠ = ٠ + $\frac{١}{٢}$ × ٤٩٠ × ن^٢ ∴ ن^٢ = $\frac{٤٩}{١٦}$ ∴ ن = $\frac{٧}{٤}$ ث

(١١) علقت كفتا ميزان كتلة كل منهما ٢١٠ جم فى طرفى خيط خفيف يمر بكرة صغيرة ملساء و يتدليان رأسياً ، وضع فى إحدى الكفتين جسم كتلته ٧٠٠ جم و فى الكفة الأخرى جسم كتلته ٨٤٠ جم أوجد عجلة الحركة للمجموعة و الضغط على الكفتين

الحل

معادلات الحركة :

١٠٥٠ جـ = ١٠٥٠ × ٩٨٠ − شـ (١)

٩١٠ جـ = شـ − ٩١٠ × ٩٨٠ (٢)

بجمع (١) ، (٢) ينتج : ١٩٦٠ جـ = ١٤٠ × ٩٨٠

∴ جـ = ٧٠ سم / ث^٢

بالنسبة للكفة الهابطة :

∵ ٨٤٠ جـ = ٨٤٠ × ٩٨٠ − ر

∴ ر = ٨٤٠ × ٩٨٠ − ٨٤٠ × ٧٠

= ٧٦٤٤٠٠ داين

∴ ض = ٧٦٤٤٠٠ داين

= ٧٦٤٤٠٠ ÷ ٩٨٠ = ٧٨٠ ث جم

بالنسبة للكفة الصاعدة :

∵ ٧٠٠ جـ = ر − ٧٠٠ × ٩٨٠

∴ ر = ٧٠٠ × ٩٨٠ + ٧٠٠ × ٧٠

= ٧٣٥٠٠٠ داين

∴ ض = ٧٣٥٠٠٠ داين

= ٧٣٥٠٠٠ ÷ ٩٨٠ = ٧٥٠ ث جم

(١٢) علق جسمان كتلتاهما ٥ ك ، ٢ ك جم فى نهايتى خيط خفيف يمر على بكرة ملساء و حفظت المجموعة فى حالة اتزان و جزءا الخيط رأسيان فإذا تركت المجموعة لتتحرك من سكون فأوجد عجلة حركة المجموعة و إذا كان الضغط على محور البكرة يساوة ١١٢ نيوتن فأوجد قيمة ك

الحل

معادلات الحركة :

٥ ك جـ = ٥ ك × ٩٨٠ − شـ (١)

٢ ك جـ = شـ − ٢ ك × ٩٨٠ (٢)

بجمع (١) ، (٢) ينتج :

٧ ك جـ = ٣ ك × ٩٨٠

∴ جـ = ٤٢٠ سم / ث^٢ = ٤,٢ م / ث^٢

بالتعويض فى (٢) ينتج :

٢ ك × ٤,٢ = شـ − ٢ ك × ٩,٨

∴ شـ = ٨,٤ ك + ١٩,٦ ك = ٢٨ ك نيوتن

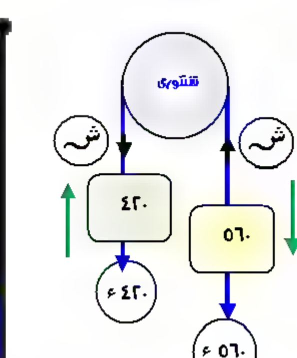
∴ ض = ٢ شـ = ٢ × ٢٨ ك = ٥٦ ك نيوتن

، ∵ ض = ١١٢ نيوتن ∴ ٥٦ ك = ١١٢ و منها : ك = ٢ كجم

(١٣) جسمان كتلتاهما ٤٢٠ ، ٥٦٠ جم مربوطان فى طرفى خيط خفيف يمر على بكرة صغيرة ملساء بدأت المجموعة الحركة من السكون عندما كان الجسمان فى مستوى أفقى واحد ، و بعد مرور ثانية واحدة قطع الخيط الواصل بينهما فأحسب المسافة بين الجسمين بعد مرور ثانية أخرى من قطع الخيط

الحل

معادلات الحركة :



٥٦٠ حـ = ٥٦٠ × ٩٨٠ − شـ (١)

٤٢٠ حـ = شـ − ٤٢٠ × ٩٨٠ (٢)

بجمع (١) ، (٢) ينتج : ٩٨٠ حـ = ١٤٠ × ٩٨٠

∴ حـ = ١٤٠ سم / ث²

عند قطع الخيط بعد ١ ث : ∵ ع = ع. + حـ ن

∴ ع = ٠ + ١٤٠ × ١ = ١٤٠ سم / ث

و هى السرعة الإبتدائية لكلا الجسمين

، ∵ ف = ع. ن + ½ حـ ن²

∴ ف = ٠ + ½ × ١٤٠ × (١)² = ٧٠ سم

∴ المسافة الرأسية بين الجسمين بعد ١ ث = ف١

= ٢ ف = ٢ × ٧٠ = ١٤٠ سم

بعد قطع الخيط بثانية أخرى :

يهبط الجسم ٥٦٠ جم رأسياً لأسفل تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية

∴ ف٢ = ع. ن + ½ ء ن²

= ١٤٠ × ١ + ½ × ٩٨٠ × (١)² = ٦٣٠ سم

يصعد الجسم ٤٢٠ جم رأسياً لأعلى تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية

∴ ف٣ = ع. ن − ½ ء ن²

= ١٤٠ × ١ − ½ × ٩٨٠ × (١)² = − ٣٥٠ سم

∴ المسافة بين الجسمين بعد مرور ثانية من قطع الخيك = ف١ + ف٢ + ف٣

= ١٤٠ + ٦٣٠ + (− ٣٥٠) = ٤٢٠ سم

(١٤) جسم كتلته ٤ كجم موضوع على مستوى خشن يميل على الأفقى بزاوية قياسها ٣٠° و يتصل بخيط يمر على بكرة صغيرة ملساء عند أعلى المستوى و يتدلى من الطرف الآخر للخيط جسم كتلته ك فإذا تحركت الكتلة ٤ كجم على المستوى إلى أعلى مسافة ٥٦٠ سم فى ٢ ثانية فأوجد مقدار ك علماً بأن معامل الاحتكاك الديناميكى بين الجسم و المستوى يساوى √٣ / ٢ و أيضاً أوجد مقدار الضغط على محور البكرة

الحل

∵ الكتلة ٤ كجم تحركت على المستوى إلى أعلى مسافة ٥٦٠ سم فى ٢ ثانية

∵ ف = ع. ن + ½ حـ ن²

∴ ٥٦٠ = ٠ + ½ حـ × (٢)²

∴ حـ = ٢٨٠ سم / ث² = ٢,٨ م / ث²

شـ = ٤ × ٩,٨ × حتا ٣٠°

= ٤ × ٩,٨ × √٣ / ٢ – ٢ × ٩,٨ √٣

معادلات الحركة :

ك × ٢,٨ = ك × ٩,٨ − شـ (١)

٤ × ٢,٨ = شـ − ٤ × ٩,٨ × حا ٣٠° − مك ر

∴ ٤ × ٢,٨ = شـ − ٤ × ٩,٨ × ½ − √٣ / ٢ × ٢ × ٩,٨ √٣

∴ ٤ × ٢,٨ = شـ − ٢ × ٩,٨ − ٣ × ٩,٨

∴ شـ = ٤ × ٢,٨ + ٢ × ٩,٨ + ٣ × ٩,٨ = ٦٠,٢ نيوتن (٢)

بالتعويض من (٢) فى (١) ينتج : ك × ٢,٨ = ك × ٩,٨ − ٦٠,٢

∴ ٩,٨ ك − ٢,٨ ك = ٦٠,٢ ∴ ٧ ك = ٦٠,٢ ∴ ك = ٨,٦ كجم

ض = ٢ شـ حتا ½ ى = ٢ × ٦٠,٢ × حتا ٣٠°

= ١٢٠,٤ × √٣ / ٢ = ٦٠,٢ √٣ نيوتن

(١٥) جسم كتلته ٤٠٠ جم موضوع على نضد أفقى أملس ، ثم وصل بخيط خفيف يمر على بكرة صغيرة ملساء مثبتة فى حافة النضد و يحمل فى طرفه جسماً آخر كتلته ٩٠ جم ، أوجد عجلة المجموعة و الشد فى الخيط و الضغط على البكرة

الحل

راجع إجابة حاول أن تحل (٥) صفحة ٢٠٠

(١٦) جسمان أ ، ب كتلتاهما ٢٠٠ جم ، ٤٥ جم على الترتيب وضع الجسم أ على نضد أفقى أملس أرتفاعه ٩٠ سم و على بعد ٢٧٠ سم من حافة النضد و وصل بخيط خفيف طوله ٢٧٠ سم يمر على بكرة صغيرة مثبتة عند حافة النضد ، و وصل الجسم ب بالطرف الآخر للخيط عند حافة النضد فإذا أزيح الجسم ب بهدوء ليسقط من حافة النضد فأوجد الزمن الذى يستغرقه الجسم أ بعد ذلك ليصل إلى حافة النضد

الحل

معادلات الحركة :

٤٥ جـ = ٤٥ × ٩٨٠ − ش (١)

٢٠٠ جـ = ش (٢)

بجمع (١) ، (٢) ينتج :

٢٤٥ جـ = ٤٥ × ٩٨٠

∴ جـ = ١٨٠ سم / ث^٢

بالنسبة للجسم ب :

يصل الأرض بعد قطع مسافة ٩٠ سم (ارتفاع النضد)

∵ ع^٢ = ع.^٢ + ٢ جـ ف ∴ ع^٢ = ٠ + ٢ × ١٨٠ × ٩٠

∴ ع = ١٨٠ سم / ث

بالنسبة للجسم أ :

أولاً : يتحرك بعجلة المجموعة ليقطع مسافة ٩٠ سم (المسافة التى تحركها الجسم ب)

∵ ف = ع. ن + ½ جـ ن^٢

∴ ٩٠ = ٠ + ½ × ١٨٠ ن^٢ و منها : ن١ = ١ ث

ثانياً : عندما يصل الجسم ب للأرض و يرتخى الخيط يتحرك بسرعة منتظمة هى السرعة التى أكتسبها الجسم ب (١٨٠ سم / ث)

و يقطع مسافة = ٢٧٠ − ٩٠ = ١٨٠ سم

∵ ف = ع ن ∴ ١٨٠ = ١٨٠ ن و منها : ن٢ = ١ ث

∴ الزمن الذى يستغرقه الجسم أ بعد ذلك ليصل إلى حافة النضد = ن١ + ن٢ = ١ + ١ = ٢ ث

(١٧) وضع جسم كتلته ٢٠٠ جم على نضد أفقى خشن معامل الاحتكاك الديناميكى بينهما ½ ثم ربط بخيط خفيف يمر على بكرة ملساء مثبتة عند حافة النضد و يتدلى من الطرف الآخر للخيط جسم كتلته ٢٠٠ جم على ارتفاع متر واحد من سطح الأرض ، فإذا بدأت المجموعة الحركة من سكون فأحسب :

(أ) الضغط على البكرة بالنيوتن

(ب) سرعة اصطدام الكتلة المدلاة بسطح الأرض

(جـ) المسافة التى تتحركها الكتلة الموضوعة على النضد حتى تسكن

الحل

ر = ٢٠٠ × ٩٨٠ = ١٩٦٠٠٠

معادلات الحركة :

٢٠٠ جـ = ٢٠٠ × ٩٨٠ − ش (١)

٢٠٠ حـ = شـ − م ر ك س

∴ ٢٠٠ حـ = شـ − $\frac{1}{2}$ × ١٩٦٠٠٠

∴ ٢٠٠ حـ = شـ − ٩٨٠٠٠ (٢)

بجمع (١) ، (٢) ينتج : ٤٠٠ حـ = ٢٠٠ × ٩٨٠ − ٩٨٠٠٠

∴ حـ = ٢٤٥ سم / ث^2

بالتعويض فى (٢) ينتج : ٢٠٠ × ٢٤٥ = شـ − ٩٨٠٠٠

∴ شـ = ٢٠٠ × ٢٤٥ + ٩٨٠٠٠ = ١٤٧٠٠٠ داين

= ١٤٧٠٠٠ × ١٠$^{-5}$ = ١,٤٧ نيوتن

(أ) الضغط على البكرة : ض = $\sqrt{2}$ شـ = ١,٤٧ $\sqrt{2}$ نيوتن

(ب) الكتلة المدلاة تصطدم بسطح الأرض بعد أن تقطع مسافة ١٠ سم

∵ ع^2 = ع$_0^2$ + ٢ حـ ف ∴ ع^2 = ٠ + ٢ × ٢٤٥ × ١٠٠

∴ ع = ٧٠ $\sqrt{10}$ سم / ث

(حـ) عندما تصطدم الكتلة المدلاة بسطح الأرض :

تتحرك الكتلة الموضوعة على النضد حركة تقصيرية بسرعة ابتدائية = ٧٠ $\sqrt{10}$ سم / ث حتى تسكن و تكون معادلة حركتها هى :

٢٠٠ حـ = − م ر ك س ∴ ٢٠٠ حـ = − $\frac{1}{2}$ × ١٩٦٠٠٠

∴ حـ = − ٤٩٠ سم / ث^2 ، ∵ ع^2 = ع$_0^2$ + ٢ حـ ف

∴ ٠ = (٧٠ $\sqrt{10}$)^2 + ٢ × (− ٤٩٠) ف

و منها : ف = ٥٠ سم

حل تمارين عامة صفحة ٢١٢ بالكتاب المدرسى

أكمل ما يأتى :

(١) جسم كتلته ٤٠ كجم يكون وزنه ....

(أ) بثقل الكيلوجرام ....

(ب) بالنيوتن ....

(٢) جسم يتحرك بسرعة قدرها ١٣٥ كم / س فإنه يقطع فى الثانية الواحدة .... متراً

(٣) مستوى مائل طوله ٢٠٠ سم و ارتفاعه ١٥٠ سم يكون جيب زاوية ميله على الأفقى ....

(٤) جسم كتلته ٨ أطنان يتحرك بسرعة منتظمة و كانت المقاومة التى يلاقيها لكل طن من الكتلة ٤,٥ ث كجم فإن القوة المحركة بالنيوتن = ...

(٥) جسم كتلته ٣٥ كجم وضوع على ميزان ضغط مثبت فى أرضية مصعد يتحرك بسرعة قدرها ٤ م / ث و كانت قراءة الميزان ٣٤٣ نيوتن فإن المسافة التى يقطعها المصعد فى ٧ ثوانٍ = ... متر

(٦) ١٤٧ نيوتن = ... ث كجم

(٧) ١ ث كجم = ... نيوتن

الحل

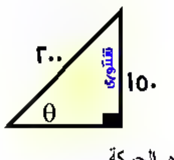
(١) (أ) وزن الجسم = ٤٠ ث كجم

(ب) وزن الجسم = ٤٠ ÷ ٩,٨ = $\frac{200}{49}$ نيوتن

(٢) ف = ع ن = ١٣٥ × $\frac{5}{18}$ × ١ = ٣٧,٥ متراً

(٣) جيب زاوية ميل المستوى على الأفقى = حا θ

= $\frac{١٥٠}{٢٠٠}$ = $\frac{٣}{٤}$





(٤) المقاومة لكل طن (م) = ٤,٥ × ٨ = ٣٦ ث كجم

∵ الجسم يتحرك بسرعة منتظمة

∴ ق = م = ٣٦ ث كجم

= ٣٦ × ٩,٨ = ٣٥٢,٨ نيوتن

(٥) ∵ س = ٣٤٣ نيوتن

، ك ء = ٣٥ × ٩,٨ = ٣٤٣ نيوتن

∴ المصعد يتحرك بسرعة منتظمة قدرها ٤ م / ث

، ∵ ف = ع ن ∴ ف = ٤ × ٧ = ٢٨ متر

أى أن :

المسافة التى يقطعها المصعد فى ٧ ثوان = ٢٨ متر

(٦) ١٤٧ نيوتن = ١٤٧ ÷ ٩,٨ = ١٥ ث كجم

(٧) ١ ث كجم = ١ × ٩,٨ = ٩,٨ نيوتن

أجب عن الأسئلة الآتية

(٨) كرة من المطاط كتلتها ٢٠٠ جم قذفت أفقياً بسرعة ٣٠ م / ث اصطدمت بحائط رأسى فارتدت بسرعة ٢٦ م / ث فأوجد التغير الحادث فى كمية حركة الكرة نتيجة للتصادم بوحدة كجم . م / ث

الحل

بفرض $\overleftarrow{ى}$ متجه وحدة فى اتجاه الكرة بعد التصادم

∴ $\overleftarrow{ع}_١$ = − ٣٠ $\overleftarrow{ى}$ ، $\overleftarrow{ع}_٢$ = ٢٦ $\overleftarrow{ى}$

، التغير فى كمية الحركة $\Delta \overleftarrow{م}$

= $\frac{٢٠٠}{١٠٠٠}$ × [٢٦ − (− ٣٠)] $\overleftarrow{ى}$ = ١١,٢ $\overleftarrow{ى}$

∴ التغير فى كمية الحركة = ١١,٢ كجم . م / ث

(٩) سيارة كتلتها ٦ أطنان تتحرك تحت تأثير مقاومة تتناسب مع مربع السرعة ، فإذا كانت المقاومة ٥ ث كجم لكل طن عندما كانت سرعتها ٣٦ كم / س أوجد قوة محرك السيارة إذا كانت أقصى سرعة لهذه السيارة ٤٠ م / ث

الحل

نفرض أن : المقاومة = $م_١$ = ٥ × ٦ = ٣٠ ث كجم

عندما تكون سرعة القطار = $ع_١$ = ٣٦ كم / س = ٣٦ × $\frac{٥}{١٨}$ = ١٠ م / ث

المقاومة = $م_٢$ عندما تكون سرعة القطار = $ع_٢$ = ٤٠ م / ث

∴ $ع_١^٢$ = ١٠٠ ، $ع_٢^٢$ = ١٦٠٠

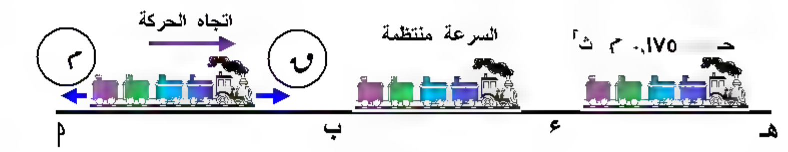
تبلغ السيارة أقصى سرعة لها عندما تكون المقاومة $م_٢$ مساوية تماماً لقوة محرك السيارة فإذا كانت : $ع_٢$ أقصى سرعة للسيارة

، ∵ م $\propto$ $ع^٢$ ∴ $\frac{م_١}{م_٢}$ = $\frac{ع_١^٢}{ع_٢^٢}$ ∴ $\frac{٣٠}{م_٢}$ = $\frac{١٠٠}{١٦٠٠}$

∴ $م_٢$ = ٤٨٠ ث كجم ∴ قوة محرك السيارة = ٤٨٠ ث كجم

(١٠) قطار كتلته ١٦٠ طناً بدأ من السكون من إحدى المحطات و كانت قوة المحرك تزيد بمقدار ٤ ث طن عن المقاومة الكلية لحركة القطار ، و بلغ سرعته ٤٤,١ كم / س أستمر يسير بهذه السرعة مدة من الزمن ثم ضغط الفرامل فأكسبته تقصيراً مقداره ١٧,٥ سم / $ث^٢$ ، و وقف القطار فى المحطة التالية التى تبعد ٤٩٩٨ متر عن المحطة التى تحرك منها القطار أوجد الزمن المستغرق فى قطع المسافة بين المحطتين

الحل



المرحلة الأولى من أ إلى ب :

معادلة حركة القطار هى : ك جـ = ق − م

∴ قوة المحرك تزيد بمقدار ٤ ث طن عن المقاومة الكلية لحركة القطار

∴ ق − م = ٤ × ١٠٠٠ ث كجم = ٤ × ١٠٠٠ × ٩,٨ نيوتن

∴ ١٦٠ × ١٠٠٠ جـ = ٤ × ١٠٠٠ × ٩,٨ و منها : جـ = ٠,٢٤٥ م / ث²

، ∵ ع = ع. + جـ ن ∴ ٤٤,١ × ٥/١٨ = ٠ + ٠,٢٤٥ ن

∴ ن١ = ٥٠ ث ، ∵ ف = ع. ن + ½ جـ ن²

∴ ف١ = ٠ + ½ × ٠,٢٤٥ × (٥٠)² = ٣٠٦,٢٥ م

المرحلة الأولى من ء إلى هـ :

∵ ع = ع. + جـ ن ∴ ٠ = ٤٤,١ × ٥/١٨ − ٠,١٧٥ ن

∴ ن٢ = ٧٠ ث ، ∵ ف = ع. ن + ½ جـ ن²

∴ ف٢ = ٤٤,١ × ٥/١٨ × ٧٠ + ½ × (−٠,١٧٥) × (٧٠)² = ٤٢٨,٧٥ م

المرحلة الأولى من ب إلى ء :

ف٣ = ٤٩٩٨ − ٣٠٦,٢٥ − ٤٢٨,٧٥ = ٤٢٦٣ م

، ∵ القطار يتحرك بسرعة منتظمة ، ف٣ = ع ن

∴ ٤٢٦٣ = ٤٤,١ × ٥/١٨ ن ∴ ن٣ = ٣٤٨ ث

∴ الزمن المستغرق فى قطع المسافة بين المحطتين = ن١ + ن٢ + ن٣

= ٥٠ + ٧٠ + ٣٤٨ = ٤٦٨ ث

(١٠) يمر خيط خفيف على بكرة صغيرة ملساء و يتدلى من أحد طرفيه جسم كتلته ٨٠٠ جم و من الطرف الآخر ميزان زنبركى كتلته ٤٠٠ جم معلق به جسم كتلته ك جم إذا تحركت المجموعة من السكون و كانت قراءة الميزان أثناء الحركة ١٦٠ ث جم فأوجد قيمة ك

الحل

∵ شَ = ١٦٠ ث جم < ٨٠٠ ث جم

∴ الكتلة ٨٠٠ جم تهبط رأسياً لأسفل و تكون :

معادلات الحركة هى :

٨٠٠ جـ = ٨٠٠ × ٩٨٠ − ش (١)

(٤٠٠ + ك) جـ = ش − (٤٠٠ + ك) × ٩٨٠ (٢)

بجمع (١) ، (٢) ينتج :

(١٢٠٠ + ك) جـ = (٤٠٠ + ك) × ٩٨٠

∴ ١٢٠٠ جـ + ك جـ = ٣٩٢٠٠٠ + ك × ٩٨٠ (٣)

معادلة حركة الجسم المعلق بالميزان الزنبركى هى :

ك جـ = شَ − ك × ٩٨٠

∴ ك جـ = ١٦٠ × ٩٨٠ − ك × ٩٨٠

∴ ك جـ = ١٥٦٨٠٠ − ك × ٩٨٠ (٤)

بالتعويض من (٤) فى (٣) ينتج :

١٢٠٠ جـ + ١٥٦٨٠٠ − ك × ٩٨٠ = ٣٩٢٠٠٠ + ك × ٩٨٠

∴ ١٢٠٠ جـ + ١٥٦٨٠٠ = ٣٩٢٠٠٠

∴ ١٢٠٠ جـ = ٣٩٢٠٠٠ − ١٥٦٨٠٠ ∴ جـ = ١٩٦ سم / ث²

بالتعويض فى (٣) ينتج :

١٢٠٠ × ١٩٦ + ك × ١٩٦ = ٣٩٢٠٠٠ + ك × ٩٨٠

∴ ١١٧٦ ك = ١٥٦٨٠٠ ∴ ك = ١٣٣ ⅓ جم

(١٢) جسمان كتلتاهما ١٣٠٠ ، ٦٠٠ جم موضوعان على مستوى أفقى أملس و متصلان بخيط مشدود بينهما طوله ٥٠ سم ثم ربطت الكتلة ٦٠٠ جم بخفيف آخر على استقامة الخيط الأول يمر على بكرة صغيرة ملساء مثبتة فى حافة المستوى القريب من الكتلة الثانية و علق فى الطرف الآخر للخيط كتلة قدرها ١٠٠ جم تتدلى رأسياً
أوجد مقدار عجلة المجموعة و مقدار الشد فى كل من الخيطين ، و إذا قطع الخيط بعد مرور ٢ ثانية من بدء الحركة ، فما المسافة بين الجسمين بعد ١ ث من لحظة قطع الخيط

الحل

معادلات الحركة للمجموعة :

١٠٠ جـ = ١٠٠ × ٩٨٠ − شَ   (١)

٦٠٠ جـ = شَ − شَ´   (٢)

١٣٠٠ جـ = شَ´   (٣)

بجمع (١) ، (٢) ، (٣) ينتج :

٢٠٠٠ جـ = ١٠٠ × ٩٨٠   ∴ جـ = ٤٩ سم / ث٢

بالتعويض فى (١) ينتج : ١٠٠ × ٤٩ = ١٠٠ × ٩٨٠ − شَ

∴ شَ = ١٠٠ × ٩٨٠ − ١٠٠ × ٤٩ = ٩٣١٠٠ داين

بالتعويض فى (٣) ينتج : شَ´ = ١٣٠٠ × ٤٩ = ٦٧٢٠٠ داين

عند لحظة قطع الخيط بعد ٢ ث :

∵ ع = ع. + جـ ن   ∴ ع = ٠ + ٤٩ × ٢ = ٩٨ سم / ث

بعد قطع الخيط الواصل بين الجسمين يتحرك الجسم الذى كتلته ١٣٠٠ جم على المستوى بسرعة منتظمة ٩٨ سم / ث

، ف = ع ن   ∴ ف = ٩٨ × ١ = ٩٨ سم

∴ الجسم الذى كتلته ١٣٠٠ جم يتحرك على المستوى مسافة = ف١ = ٩٨ سم

معادلات الحركة للجسم الذى كتلته ٦٠٠ جم ، الكتلة ١٠٠ جم :

١٠٠ جـ = ١٠٠ × ٩٨٠ − شَ   (٤)

٦٠٠ جـ = شَ   (٥)   بجمع (٤) ، (٥) ينتج :

٧٠٠ جـ = ١٠٠ × ٩٨٠   ∴ جـ = ١٤٠ سم / ث٢

بعد قطع الخيط الواصل بين الجسمين يتحرك الجسم الذى كتلته ٦٠٠ جم على المستوى بسرعة ابتدائية ٩٨ سم / ث

∵ ف = ع. ن + ½ جـ ن٢

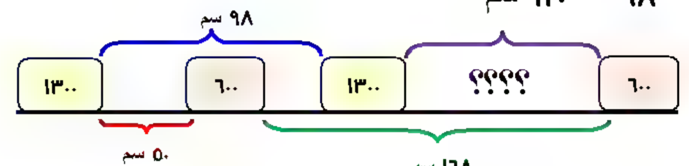
∴ ف = ٩٨ × ١ + ½ × ١٤٠ × (١)٢ = ١٦٨ سم

∴ الجسم الذى كتلته ٦٠٠ جم يتحرك على المستوى مسافة = ف٢ = ١٦٨ سم

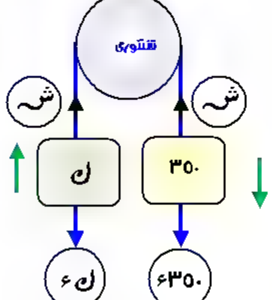
∴ المسافة بين الجسمين بعد ١ ث من لحظة قطع الخيط = ف٢ + ٥٠ − ف١

= ١٦٨ + ٥٠ − ٩٨ = ١٢٠ سم

لاحظ الشكل المقابل



(١٣) جسمان كتلتاهما ٣٥٠ ، ك جم مربوطان فى طرفى خيط خفيف يمر على بكرة ملساء و يتدليان رأسياً ، بدأت المجموعة الحركة من سكون عندما كان الجسمان فى مستوى أفقى واحد و كان الضغط على محور البكرة ٢٠٠ ث جم أوجد ك و المسافة الرأسية بين الجسمين بعد ثانية واحدة من بدء الحركة



الحل

∵ ض = ٢ شَ = ٢٠٠ ث جم

∴ شَ = ١٠٠ ث جم

∴ ٣٥٠ ث جم > شَ

∴ الكتلة ٣٥٠ جم تهبط رأسياً لأسفل و تكون معادلات الحركة هى :

٣٥٠ حـ = ٣٥٠ × ٩٨٠ − شَ (١)

∴ ٣٥٠ حـ = ٣٥٠ × ٩٨٠ − ١٠٠ × ٩٨٠   ∴ حـ = ٧٠٠ سم / ث٢

ك حـ = شَ − ك × ٩٨٠ (٢)

∴ ك × ٧٠٠ = ١٠٠ × ٩٨٠ − ك × ٩٨٠

∴ ١٦٨٠ك = ١٠٠ × ٩٨٠   ∴ ك = ٥٨ ١/٣ جم

بعد ١ ث :

∵ ف = ع. ن + ½ حـ ن٢

∴ ف = ٠ + ½ × ٧٠٠ × (١)٢ = ٣٥٠ سم

∴ المسافة الرأسية بين الجسمين = ٢ ف = ٢ × ٣٥٠ = ٧٠٠ سم

(١٤) علق جسمان كتلة كل منهما ك كجم من طرفى خيط خفيف يمر على بكرة صغيرة ملساء مثبتة رأسياً و كان جزءا الخيط يتدليان رأسياً و عند اضافة جسم كتلته ٢ كجم لأحد الجسمين أصبحت قيمة الشد فى الخيط ٨/٧ قيمته فى الحالة الأولى أوجد ك

الحل

فى الحالة الأولى :

∵ الكتلتان متساويتان   ∴ شَ' = ك × ٩,٨

فى الحالة الثانية :

شَ = ٨/٧ شَ' = ٨/٧ ك × ٩,٨ = ١١,٢ ك

معادلات الحركة هى :

(٢ + ك) حـ = (٢ + ك) × ١١,٢ − شَ

∴ (٢ + ك) حـ = (٢ + ك) × ٩,٨ − ١١,٢ ك (١)

ك حـ = شَ − ك × ٩,٨   ∴ ك حـ = ١١,٢ ك − ٩,٨ ك

∴ حـ = ١١,٢ − ٩,٨   ∴ حـ = ١,٤ م / ث٢

بالتعويض فى (١) ينتج :

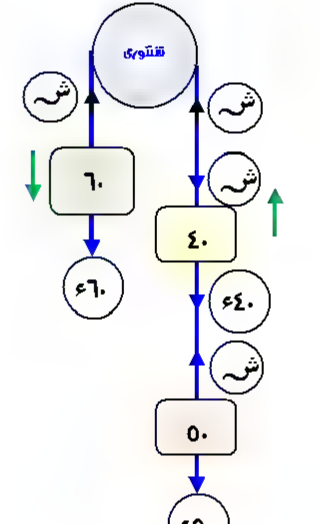
(٢ + ك) × ١,٤ = (٢ + ك) × ٩,٨ − ١١,٢ ك

∴ ٢,٨ + ١,٤ ك = ١٩,٦ + ٩,٨ ك − ١١,٢ ك

∴ ٢,٨ ك = ١٩,٦   ∴ ك = ٧ كجم

(١٥) خيط خفيف ثابت الطول يمر على بكرة صغيرة ملساء مثبتة فى أحد طرفيه كتلة ٦٠ جم و فى الطرف الآخر جسمان كتلتاهما ٤٠ ، ٥٠ جم إذا بدأت المجموعة الحركة من سكون فأوجد عجلة الحركة و الشد فى الخيط الذى يصل بين الكتلتين ٤٠ جم ، ٥٠ جم ، و إذا أنفصل الجسم الذى كتلته ٥٠ جم بعد ثانيتين من بدء الحركة فأثبت أن المجموعة تسكن لحظياً بعد ثانيتين من لحظة الانفصال

الحل



فى الحالة الأولى :

معادلات الحركة هى :

٥٠ حـ = ٥٠ × ٩٨٠ − شَ (١)

٤٠ حـ = ٤٠ × ٩٨٠ + شَ' − شَ (٢)

٦٠ حـ = شَ − ٦٠ × ٩٨٠ (٣)

بجمع (١) ، (٢) ، (٣) ينتج :

١٥٠حـ = ٣٠ × ٩٨٠   ∴ حـ = ١٩٦ سم / ث٢

بالتعويض فى (١) ينتج :

٥٠ × ١٩٦ = ١٠٠ × ٩٨٠ − شَ

∴ شَ' = ٥٠ × ٩٨٠ − ٥٠ × ١٩٦ = ٣٩٢٠٠ داين

بعد ٢ ث من بدء الحركة :

∵ ع = ع. + جـ ن ∴ ع = ٠ + ١٩٦ × ٢ = ٣٩٢ سم / ث

فى الحالة الثانية

٤٠ جـ = ٤٠ × ٩٨٠ − شَ (١)

٦٠ جـ = شَ − ٦٠ × ٩٨٠ (٢)

بجمع (١) ، (٢) ينتج : ١٠٠ جـ = − ٢٠ × ٩٨٠

∴ جـَ = − ١٩٦ سم / ث٢

تتحرك المجموعة بسرعة ابتدائية = ٣٩٢ سم / ث

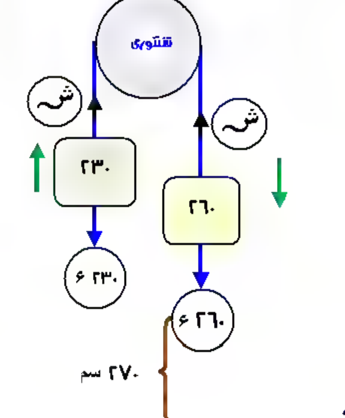
، بعد ٢ ث من لحظة الانفصال :

∵ ع = ع. + جـ ن ∴ ع = ٣٩٢ − ١٩٦ × ٢ = صفر

أى أن : المجموعة تسكن بعد ٢ ث من لحظة الانفصال

(١٦) جسمان كتلتاهما ٢٦٠ جم ، ٢٣٠ جم مربوطان فى طرفى خيط يمر على بكرة صغيرة ملساء بدأت المجموعة الحركة من سكون عندما كانت الكتلة الكبرى على ارتفاع ٢٧٠ سم من سطح الأرض ، أوجد عجلة المجموعة و الشد فى الخيط و الزمن الذى يمضى حتى تصل الكتلة الكبرى للأرض

الحل



معادلات الحركة :

٢٦٠ جـ = ٢٦٠ × ٩٨٠ − شَ (١)

٢٣٠ جـ = شَ − ٢٣٠ × ٩٨٠ (٢)

بجمع (١) ، (٢) ينتج : ٤٩٠ جـ = ٣٠ × ٩٨٠

∴ جـ = ٦٠ سم / ث٢

بالتعويض فى (٢) ينتج :

٢٣٠ × ٦٠ = شَ − ٢٣٠ × ٩٨٠

∴ شَ = ٢٣٠ × ٦٠ + ٢٣٠ × ٩٨٠ = ٢٣٩٢٠٠ داين

عندما يصل الجسم الذى كتلته ٢٦٠ جم لسطح الأرض يقطع مسافة ٢٧٠ سم :

، ∵ ف = ع. ن + ½ جـ ن٢ ∴ ٢٧٠ = ٠ + ½ × ٦٠ ن٢ ∴ ن = ٣ ث

(١٧) جسمان كتلتاهما ٢٦٠ جم ، ٢٣٠ جم مربوطان فى طرفى خيط يمر على بكرة صغيرة ملساء بدأت المجموعة الحركة من سكون عندما على ارتفاع ٧٠ سم من سطح الأرض فإذا بدأت المجموعة حركتها من السكون و قطع الخيط بعد ثانية واحدة من بدء الحركة فأحسب السرعة التى يصل بها كل من الجسمين إلى سطح الأرض

الحل

من المسألة (١٦) : جـ = ٦٠ سم / ث٢

عند قطع الخيط بعد ٢ ث تكون :

∵ ع = ع. + جـ ن

∴ ع = ٠ + ٦٠ × ٠ = ٣٩٢ سم / ث

ف = ع. ن + ½ جـ ن٢ = ٠ + ½ × ٦٠ (١)٢

= ٣٠ سم " المسافة التى يتحركها كل جسم "

الجسم الذى كتلته ٢٦٠ جم يتحرك رأسياً لأسفل تحت تأثير عجلة الجاذبية و يقطع مسافة = ٧٠ − ٣٠ = ٤٠ سم حتى يصل لسطح الأرض

∴ ع٢ = ع.٢ + ٢ جـ ف = (٦٠)٢ + ٢ × ٩٨٠ × ٤٠ = ٨٢٠٠٠

∴ ع = ٢٠ √٢٠٥ سم / ث

الجسم الذى كتلته ٢٣٠ جم يتحرك رأسياً لأسفل تحت تأثير عجلة الجاذبية و يقطع مسافة = ٧٠ + ٣٠ = ١٠٠ سم حتى يصل لسطح الأرض

∴ ع٢ = ع.٢ + ٢ جـ ف = (٦٠)٢ + ٢ × ٩٨٠ × ١٠٠ = ١٩٩٦٠٠

∴ ع = ٢٠ √٤٩٩ سم / ث

اجابة أسئلة الاختبارات الخاصة بالوحدة
الاختبار الأول

السؤال الأول : أكمل ما يلى :

(١) كمية حركة جسم كتلته ٧٠٠ جم يتحرك فى خط مستقيم مبتدئاً بسرعة مقدارها ١٥ م / ث و بعجلة منتظمة ٢,٥ م / ث٢ فى نفس اتجاه سرعته الابتدائية بعد مرور ١٢ ث من بدء الحركة يساوى .... كجم . م / ث

الحل

ع = ع. + حـ ن = ١٥ + ٢,٥ × ١٢ = ٤٥ م / ث

∴ م = ٠,٧ × ٤٥ = ٣١,٥ كجم . م / ث

(٢) جسم كتلته الوحدة يتحرك تحت تأثير القوة $\overrightarrow{ق}$ = (أ + ٣) $\overrightarrow{س}$ + ب $\overrightarrow{ص}$ فإذا كان متجه إزاحته $\overrightarrow{ف}$ = ن٢ $\overrightarrow{س}$ + ½ ن٢ $\overrightarrow{ص}$ فإن : أ = ... ، ب = ...

الحل

∵ $\overrightarrow{ف}$ = ن٣ $\overrightarrow{س}$ + ½ ن٢ $\overrightarrow{ص}$ ∴ $\overrightarrow{ع}$ = ٣ ن٢ $\overrightarrow{س}$ + ن $\overrightarrow{ص}$

∴ $\overrightarrow{حـ}$ = ٦ ن $\overrightarrow{س}$ + $\overrightarrow{ص}$ ، ∵ $\overrightarrow{ق}$ = ك $\overrightarrow{حـ}$

∴ (أ + ٣) $\overrightarrow{س}$ + ب $\overrightarrow{ص}$ = ١ × (٦ ن $\overrightarrow{س}$ + $\overrightarrow{ص}$)

و منها : أ + ٣ = ٢ ∴ أ = − ١ ، ب = ١

(٣) إذا وقف طفل كتلته ٥٠ كجم على ميزان ضغط فى داخل مصعد متحرك لأسفل بعجلة مقدارها ١,٤ م / ث٢ فإن قراءة الميزان = ... ث كجم

الحل

∵ المصعد يتحرك لأسفل

∴ ر = ك (ء − حـ) = ٣٥ × (٩,٨ − ١,٤) = ٢٩٤ نيوتن

= ٢٩٤ ÷ ٩,٨ = ٣٠ ث كجم

(٦) فى الشكل المقابل : البكرة صغيرة ملساء و المستوى أملس فإذا تحركت المجموعة من السكون فإن مقدار عجلة حركة المجوعة .... م / ث٢

الحل

∵ المستوى أفقى أملس

∴ معادلات الحركة هى :

٣ ك حـ = ٣ ك ء − ش (١)

ك حـ = ش (٢)

بجمع (١) ، (٢) ينتج :

٣ ك حـ = ٤ ك ء

∴ حـ = ¾ ء = ¾ × ٩,٨

السؤال الثانى :

(٢) أثرت قوة مقدارها ٢٠ نيوتن و يصنع اتجاهها زاوية حادة جيبها ⅗ مع الرأسى إلى أسفل على جسم كتلته ٢ كجم موضوع على نضد أفقى أملس أوجد عجلة الجسم الناشئة عن هذا التأثير و كذلك مقدار رد الفعل العمودى للنضد

الحل

∵ المستوى أملس

∴ معادلات الحركة هى :

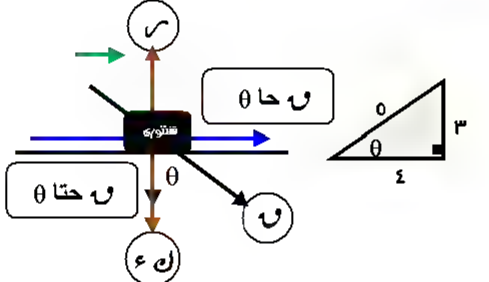
ك جـ = ق حا θ

∴ ٢ جـ = ٣٠ × $\frac{٣}{٥}$

و منها : جـ = ٦ م / ث²

، ر = ك ء + ق حتا θ

= ٢ × ٩,٨ + ٣٠ × $\frac{٤}{٥}$ = ٣٥,٦ نيوتن



السؤال الرابع :

(١) خيط خفيف غير مرن يمر على بكرة ملساء و يتدلى من أحد طرفيه ميزان زنبركى كتلته ١٥٠ جم و معلق به جسماً كتلته ٢٥٠ جم و من الطرف الآخر للخيط جسم كتلته ٦٠٠ جم فإذا بدأت المجموعة الحركة من السكون أوجد الشد فى الخيط و قراءة الميزان بثقل الجرام

الحل

معادلات الحركة هى :

٦٠٠ جـ = ٦٠٠ ء − ش   (١)

٤٠٠ جـ = ش − ٤٠٠ ء   (٢)   بالجمع ينتج :

١٠٠٠ جـ = ٢٠٠ ء = ٢٠٠ × ٩٨٠

و منها : جـ = ١٩٦ سم / ث²

بالتعويض فى (٢) ينتج :

ش = ٤٠٠ × (١٩٦ + ٩٨٠) = ٤٧٠٤٠٠ داين

∴ ش = ٤٧٠٤٠٠ ÷ ٩٨٠ = ٤٨٠ ث جم

بالنسبة للجسم الذى كتلته ٢٥٠ جم

٢٥٠ جـ = شَ − ٢٥٠ × ٩٨٠

∴ شَ = ٢٥٠ × ١٩٦ + ٢٥٠ × ٩٨٠ = ٢٩٤٠٠٠ نيوتن

= ٢٩٤٠٠٠ ÷ ٩٨٠ = ٣٠٠ ث كجم

السؤال الخامس :

(٢) جسم كتلته ١٦ كجم يتحرك فى خط مستقيم بحيث كانت :

ح = (٣ ن² − ٨ ن) ى حيث ى متجه الوحدة فى اتجاه الحركة إذا كان معيار ف بوحدة المتر ، ن بالثانية أوجد التغير فى كمية الحركة للجسم فى فترات الأزمنة التالية :

أولاً : [٢ ، ٤]   ثانياً : [٥ ، ٨]

الحل

أولاً : Δ م = ك $\int_{ن_1}^{ن_2}$ ح ء ن = ١٦ $\int_{٢}^{٤}$ (٣ ن² − ٨ ن) ء ن

= ١٦ $[$ ن³ − ٤ ن² $]_{٢}^{٤}$

= ١٦ [(٦٤ − ٦٤) − (٨ − ١٦)] = ١٢٨ كجم . م / ث

ثانياً : Δ م = ك $\int_{ن_1}^{ن_2}$ ح ء ن = ١٦ $\int_{٥}^{٨}$ (٣ ن² − ٨ ن) ء ن

= ١٦ $[$ ن³ − ٤ ن² $]_{٥}^{٨}$

= ١٦ [(٥١٢ − ٢٥٦) − (١٢٥ − ١٠٠)] = ٣٦٩٦ كجم . م / ث

الاختبار الثانى

السؤال الأول : أكمل ما يلى :

(١) إذا تحرك جسم كتلته الوحدة فى خط مستقيم بحيث كانت عجلة حركة تعطى بالعلاقة : حـ = ٤ ن + ٢ حيث حـ مقاسة بوحدة م / ث² ، ن بالثانية فإن التغير فى كمية حركته فى الفترة الزمنية [٢ ، ٦] يساوى .... كجم . م / ث

الحل

Δ حـ = ك $\int_{ن_1}^{ن_2}$ حـ ء ن = ١ × $\int_2^6$ (٤ ن + ٢) ء ن

= ١ × [٢ ن² + ٢ ن]$_2^6$

= ١ × [(٧٢ + ١٢) − (٨ + ٤)] = ٧٢ كجم . م / ث

(٣) يتحرك جسم بسرعة منتظمة فى خط مستقيم تحت تأثير القوى ق١ = ٢ أ س − ٣ ص ، ق٢ = ٦ س + ب ص ، ق٣ = أ س + ٥ ص فإن أ = ... ، ب = ...

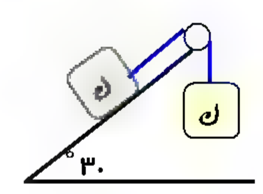
الحل

∵ الجسم يتحرك بسرعة منتظمة ∴ ق١ + ق٢ + ق٣ = ٠

∴ (٣ أ + ٦) س + (ب + ٢) ص = ٠ و منها :

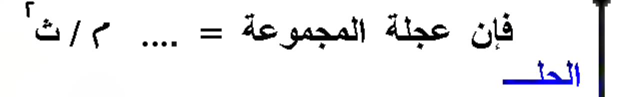
٣ أ + ٦ = ٠ ∴ أ = −٢ ، ب + ٢ = ٠ ∴ ب = −٢

(٤) فى الشكل المقابل :
المستوى أملس و البكرة ملساء عند تحريك هذه المجموعة



فإن عجلة المجموعة = ... م / ث²

الحل



∵ المستوى أملس

∴ معادلات الحركة هى :

ك حـ = ك ء جا ٣٠° − ش (١)

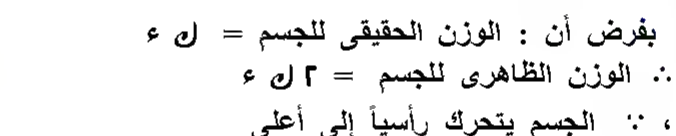
ك حـ = ش (٢) بالجمع ينتج :

٢ ك حـ = ك ء جا ٣٠°

= ك × ٩,٨ × ½ و منها : حـ = ٢,٤٥ م / ث²

(٦) علق جسم فى خطاف ميزان زنبركى مثبت بسقف و صعد يتحرك رأسياً إلى أعلى فكان الوزن الظاهرى للجسم ضعف الوزن الحقيقى فإن عجلة الحركة حـ = ... م / ث²

الحل



بفرض أن : الوزن الحقيقى للجسم = ك ء

∴ الوزن الظاهرى للجسم = ٢ ك ء

، ∵ الجسم يتحرك رأسياً إلى أعلى

∴ ك حـ = ش − ك ء ∴ ك حـ = ٢ ك ء − ك ء

∴ ك حـ = ك ء ∴ حـ = ء = ٩,٨ م / ث²

السؤال الثانى :

(٢) قاطرة كتلتها ٣٠ طن و قوة آلاتها ٥٦ ثقل طن تجر عدداً من العربات كتلة كل منها ١٠ طن لتصعد منحدراً يميل على الأفقى بزاوية قياسها ٣٠° بعجلة منتظمة ٤٩ سم / ث² فإذا كانت المقاومة لحركة القاطرة و العربات ١٠ ث كجم لكل طن من الكتلة المتحركة أوجد عدد العربات

الحل

نفرض أن : كتلة القطار = ك طن

∵ القطار يصعد المنحدر

∴ ك ح = ق − م − ك ء حا ٣٠°

∴ ك × $١٠^{٣}$ × ٠,٤٩ = ٥٦ × $١٠^{٣}$ × ٩,٨ − ١٠ × ك × ٩,٨ − ك × $١٠^{٣}$ × ٩,٨ × $\frac{١}{٢}$

و منها : ٥٤٨٨ ك = ٥٤٨٨٠٠

∴ ك = ١٠٠ طن

∴ كتلة العربات = ١٠٠ − ٣٠ = ٧٠ طن ∴ عدد العربات = $\frac{٧٠}{١٠}$ = ٧ عربات

السؤال الثالث :

(٢) وضع جسم كتلته ٣٥ جم على نضد أفقى أملس و ربط بخيط خفيف يمر على بكرة ملساء مثبتة عند حافة النضد و يحمل طرفه الآخر جسماً كتلته ١٤ جم اوجد :

أولاً : العجلة المشتركة و الشد فى الخيط و كذلك الضغط على محور البكرة بوحدة ث جم

ثانياً : إذا قطع الخيط بعد ثانية ١ $\frac{١}{٢}$ من بدء الحركة اوجد المسافة التى التى قطعها كل من الجسمين بعد $\frac{١}{٢}$ ثانية من لحظة قطع الخيط

الحل

∵ النضد أملس ∴ معادلات الحركة هى :

١٤ ح = ١٤ × ٩٨٠ − ش (١)

٣٥ ح = ش (٢) بالجمع ينتج :

٤٩ ح = ١٤ × ٩٨٠

و منها : ح = ٢٨٠ سم / $ث^{٢}$ بالتعويض فى (٢) ينتج :

ش = ٣٥ × ٢٨٠ = ٩٨٠٠ داين = ٩٨٠٠ ÷ ٩٨٠ = ١٠ ث جم

، ض = ش $\sqrt{٢}$ = ١٠ $\sqrt{٢}$ ث جم

عند لحظة قطع الخيط :

ع = $ع_{٠}$ + ح ن = ٠ + ٢٨٠ × ١,٥ = ٤٢٠ سم / ث

بالنسبة للجسم الذى كتلته ٣٥ جم :

يتحرك على النضد فى نفس اتجاه حركته الأولى بسرعة منتظمة (لأن النضد أملس) قدرها ٤٢٠ سم / ث

∴ ف = ع ن = ٤٢٠ × $\frac{١}{٢}$ = ٢١٠ سم / ث

بالنسبة للجسم الذى كتلته ١٤ جم :

يتحرك رأسياً لأسفل بسرعة إبتدائية قدرها ٤٢٠ سم / ث

و بعجلة ء = ٩٨٠ سم / $ث^{٢}$

∴ ف = ع ن + $\frac{١}{٢}$ ء $ن^{٢}$ = ٤٢٠ × $\frac{١}{٢}$ + $\frac{١}{٢}$ × ٩٨٠ × $(\frac{١}{٢})^{٢}$

= ٣٣٢,٥ سم

الاختبار الثالث

السؤال الأول : أكمل ما يلى :

(٢) جسم كتلته ٣٠٠ جم يحرك فى خط مستقيم متجه إزاحته ف = (ن² + ن + ١) ى حيث ف || ى بالسم ، ن بالثانية فإن معيار القوة المؤثرة عليه = ... داين

الحل

∵ ف = (ن² + ن + ١) ى ∴ ع = (٢ ن + ١) ى

، جـ = (٢) ى ، ∵ ق = ك جـ

∴ ق = ٣٠٠ × ٢ = ٦٠٠ ى ∴ || ق || = ٦٠٠ داين

(٣) جسم وزنه الحقيقى ٢٨ نيوتن ، وزنه الظاهرى ٣٢ نيوتن كما يعينه ميزان زنبركى داخل مصعد يتحرك بتقصير منتظم فإن اتجاه حركته يكون .... و اتجاه العجلة يكون ....

الحل

∵ الوزن الظاهرى > الوزن الحقيقى ، و المصعد يتحرك بتقصير منتظم

∴ اتجاه الحركة يكون لأسفل ، اتجاه العجلة يكون لأعلى

(٤) المسافة الرأسية بين جسمين مربوطين فى نهاية خفيف يمر على بكرة ملساء مثبتة و يتدليان رأسياً هى ١٠٠ سم بعد ٢ ثانية من بدء الحركة فإن سرعة كل منهما حيئذ = ... سم / ث

الحل

∵ المسافة الرأسية بين الجسمين = ١٠٠ سم بعد ٢ ث من بدء الحركة

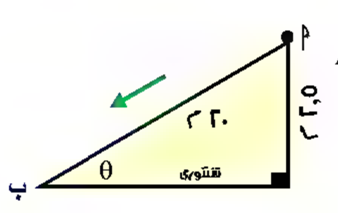
∴ كل جسم يقطع مسافة = ١٠٠ ÷ ٢ = ٥٠ سم بعد ٢ ث

، ∵ ف = ع. ن + ½ جـ ن² ∴ ٥٠ = ٠ + ½ جـ × ٤

∴ جـ = ٢٥ سم / ث² ∴ ع = ع. + جـ ن = ٠ + ٢٥ × ٢ = ٥٠ سم / ث

(٥) فى الشكل المقابل :

مستوى مائل أملس طوله ٢٠ متر و ارتفاعه ٢,٥ متر وضع جسم عند قمة المستوى و ترك ليهبط على المستوى فإنه يصل إلى قاعدة المستوى بسرعة .... م / ث



الحل

∵ المستوى أملس :

∴ جـ = ء جا θ = ٩,٨ × $\frac{٢٫٥}{٢٠}$ = ١,٢٢٥ م / ث²

∴ ع² = ع.² + ٢ جـ ف = ٠ + ٢ × ١,٢٢٥ × ٢٠ = ٤٩

∴ ع = ٧ م / ث " سرعة الجسم عند قاعدة المستوى "

السؤال الثالث :

(١) جسم كتلته ١٧٠ جم موضوع على مستوى مائل خشن يميل على بزاوية جيبها $\frac{٨}{١٧}$ ربط بخيط يمر على بكرة ملساء عند قمة المستوى و يتدلى من الطرف الخالص للخيط ثقل ما ، فإذا كان أقل ثقل يلزم تعليقه من هذا الطرف للخيط لحفظ توازن الجسم على المستوى هو ٧٠ ث جم أوجد مقاومة المستوى بثقل الجرام و إذا علق من الطرف الخالص للخيط ثقل قدره ١٩٤ ث جم أوجد عجلة المجموعة بفرض ثبوت المقاومة فى الحالتين

الحل

في الحالة الأولى : ∵ المجموعة متزنة

∴ معادلات الاتزان هى :

شـ = ٧٠ × ٩٨٠　　(١)

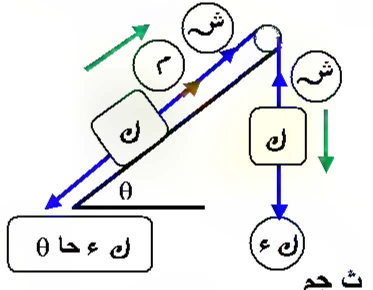
، شـ + م = ١٧٠ × ٩٨٠ × $\frac{٨}{١٧}$　　(٢)

بالتعويض من (١) فى (٢) ينتج :

٧٠ × ٩٨٠ + م = ١٧٠ × ٩٨٠ × $\frac{٨}{١٧}$

و منها ينتج :

م = ٩٨٠٠ داين = ٩٨٠٠ ÷ ٩٨٠ = ١٠ ث جم



في الحالة الثانية :

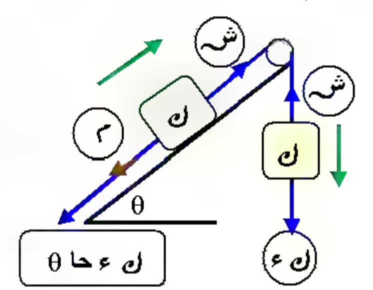
معادلات الحركة هى :

١٩٤ حـ = ١٩٤ × ٩٨٠ − شـ　　(٣)

١٧٠ حـ = شـ − ١٠ × ٩٨٠ − ١٧٠ × ٩٨٠ × $\frac{٨}{١٧}$　　(٤)

بالجمع ينتج : ٣٦٤ حـ = ١٠١٩٢٠

و منها : حـ = ٢٨٠ سم / ث^٢



السؤال الخامس :

(١) يتحرك جسم متغير الكتلة فى خط مستقيم و كانت كتلته عند أى لحظة زمنية ن هى ك = (٤ ن + ١) جرام و كان متجه إزاحته يعطى بالعلاقة $\overleftarrow{ف}$ = (ن^٢ − ٢ ن) $\overleftarrow{ى}$ حيث || $\overleftarrow{ف}$ || بالسم ، ن بالثانية أوجد كمية حركته فى الفترة الزمنية [٣ ، ٥]

الحل

∵ $\overleftarrow{ف}$ = (ن^٢ − ٢ ن) $\overleftarrow{ى}$　　∴ $\overleftarrow{ع}$ = (٢ ن − ٢) $\overleftarrow{ى}$

أى أن : ع = ٢ ن − ٢　　، ∵ ك = ٤ ن + ١

∴ هـ = (٢ ن − ٢) (٤ ن + ١) = ٨ ن^٢ − ٦ ن − ٢

∴ هـ$_٣$ = ٥٢ جم . سم / ث　　،　　هـ$_٥$ = ١٦٨ جم . سم / ث

∴ كمية الحركة فى [٣ ، ٥] = هـ$_٥$ − هـ$_٣$ = ١٦٨ − ٥٢ = ١١٦ جم . سم / ث

(٢) لتعيين مقدار عجلة الجاذبية فى مكان ما علق جسم كتلته ١,٥ كجم فى خطاف ميزان زنبركى مثبت فى سقف مصعد فسجلت قراءة الميزان ١٦,٥ نيوتن عندما كان صاعداً بعجلة حـ م / ث^٢ و سجل ١٢,٧٥ نيوتن عندما كان هابطاً بعجلة حـ م / ث^٢ أحسب عجلة الجاذبية فى ذلك المكان و كذلك عجلة المصعد

الحل

بفرض أن : عجلة الجاذبية فى المكان = ء م / ث^٢

∵ المصعد صاعد بعجلة حـ م / ث^٢

∴ معادلة الحركة هى : ك حـ = شـ − ك ء

∴ ١,٥ حـ = ١٦,٥ − ١,٥ ء　　(١)

، ∵ المصعد هابط بعجلة حـ م / ث^٢

∴ معادلة الحركة هى : ك حـ = ك ء − شـ

∴ ١,٥ حـ = ١,٥ ء − ١٢,٧٥　　(٢)　　بالطرح ينتج :

٣ ء = ٢٩,٢٥　　و منها : ء = ٩,٧٥ م / ث^٢

، بالتعويض فى (١) ينتج : ١,٥ حـ = ١٦,٥ − ١,٥ × ٩,٧٥

و منها : حـ = ١,٢٥ م / ث^٢

الاختبار الرابع

السؤال الأول : أكمل ما يلى :

(١) يتحرك جسم كتلته ٥ وحدات تحت تأثير القوة
ق = (أ + ١) س + (ب − ٢) ص و كان متجه إزاحته
يعطى من العلاقة ف = ن^2 س + ($\frac{1}{2}$ ن^2 + ٣ ن) ص
فإن : أ = ... ، ب = ...

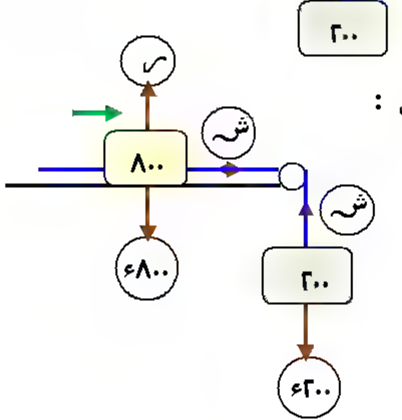
الحل

∵ ف = ن^2 س + ($\frac{1}{2}$ ن^2 + ٣ ن) ص
∴ ع = ٢ ن س + (ن + ٣) ص ، حـ = ٢ س + ص
، ق = ك حـ = ١٠ س + ٥ ص
∴ (أ + ١) س + (ب − ٢) ص = ١٠ س + ٥ ص
و منها : أ + ١ = ١٠ ∴ أ = ٩
، ب − ٢ = ٥ و منها : ب = ٧

(٢) فى الشكل المقابل :
مستوى أفقى أملس فإن :
الضغط على البكرة = ... ث جم

٨٠٠
٢٠٠

الحل

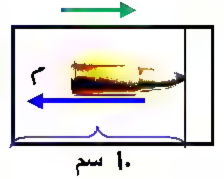


∵ المستوى أملس ∴ معادلات الحركة هى :
٢٠٠ حـ = ٢٠٠ × ٩٨٠ − ش (١)
٨٠٠ حـ = ش (٢) بالجمع ينتج :
١٠٠٠ حـ = ٢٠٠ × ٩٨٠
و منها : حـ = ١٩٦ سم / ث^2
بالتعويض فى (٢) ينتج :

ش = ٨٠٠ × ١٩٦ = ١٥٦٨٠٠ داين
= ١٥٦٨٠٠ ÷ ٩٨٠ = ١٦٠ ث جم
، ض = ش $\sqrt{2}$ = ١٦٠ $\sqrt{2}$ ث جم

(٣) رصاصة كتلتها ٩٨ جم تتحرك أفقياً بسرعة ٧٢٠ كم / س غاصت فى حاجز رأسى مسافة ١٠ سم قبل أن تسكن
فإن متوسط مقاومة الحاجز = ... ث كجم

الحل



، ∵ ع. = ٧٢٠ × $\frac{5}{18}$ = ٢٠٠ م / ث
، ع = ٠ ، ف = ٠,١ م
، ∵ ع^2 = ع.^{2} + ٢ حـ ف
∴ ٠ = (٢٠٠)^2 + ٢ حـ × ٠,١ ∴ حـ = − ٢ × ١٠^5 م / ث^2
معادلة حركة الرصاصة :
ك حـ = − م ∴ $\frac{98}{1000}$ × (− ٢ × ١٠^5) = − م
∴ م = ١٩٦٠٠ نيوتن = ١٩٦٠٠ ÷ ٩,٨ = ٢٠٠٠ ث كجم

السؤال الثانى :

(٢) كفتا ميزان كتلة كل منهما ٣٥ جم متصلتان بخيط خفيف غير مرن يمرن على بكرة صغيرة ملساء وضع فى إحدى الكفتين جسم كتلته ٢٨٠ جم و فى الكفة الثانية جسم كتلته ك جم فإذا هبطت الكفة التى بها الكتلة ٢٨٠ جم مسافة ٥٦٠ سم من السكون فى ٢ ثانية أوجد :
أولاً : عجلة حركة المجموعة
ثانياً : الشد فى الخيط و كذلك قيمة ك
ثالثاً : الضغط على كل من الكفتين

الحل

∵ ف = ع. ن + ½ حـ ن^2

∴ ٥٦٠ = ٠ + ½ حـ × ٤

و منها : حـ = ٢٨٠ سم / ث^2

معادلات الحركة هى :

٣١٥ حـ = ٣١٥ × ٩٨٠ − شـ　　(١)

∴ ٣١٥ × ٢٨٠ = ٣١٥ × ٩٨٠ − شـ

و منها : شـ = ٣١٥ × ٧٠٠ = ٢٢٠٥٠٠ داين

= ٢٢٠٥٠٠ ÷ ٩٨٠ = ٢٢٥ ث جم

، (٣٥ + ك) حـ = شـ − (٣٥ + ك) × ٩٨٠　　(٢)

∴ (٣٥ + ك) × ٢٨٠ = ٢٢٠٥٠٠ − (٣٥ + ك) × ٩٨٠

بالقسمة ÷ ١٤٠ ينتج : ٢ ك + ٧٠ = ١٥٧٥ − ٧ ك − ٢٤٥

∴ ٩ ك = ١٢٦٠　　و منها : ك = ١٤٠ جم

بالنسبة للكفة الهابطة :

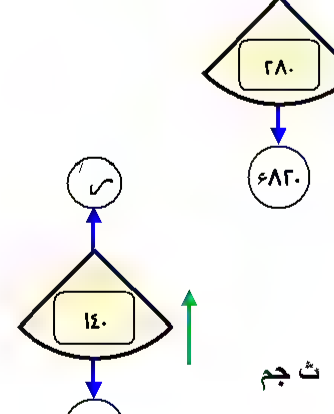
∵ ٢٨٠ حـ = ٢٨٠ × ٩٨٠ − ر

∴ ر = ٢٨٠ × ٩٨٠ − ٢٨٠ × ٢٨٠

= ١٩٦٠٠٠ داين

= ١٩٦٠٠٠ ÷ ٩٨٠ = ٢٠٠ ث جم

∴ ض = ٢٠٠ ث جم



بالنسبة للكفة الصاعدة :

∵ ١٤٠ حـ = ر − ١٤٠ × ٩٨٠

∴ ر = ١٤٠ × ٩٨٠ + ١٤٠ × ٢٨٠

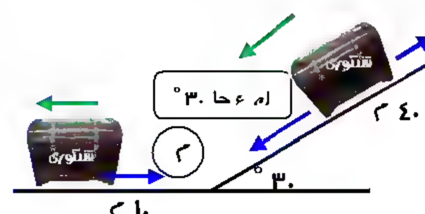
= ١٧٦٤٠٠ داين = ١٧٦٤٠٠ ÷ ٩٨٠ = ١٨٠ ث جم

∴ ض = ١٨٠ داين

السؤال الثالث :

(٢) تنقل الصناديق فى أحد المصانع بانزلاقها على مستوى مائل ينتهى بمستوى أفقى فإذا كان طول المستوى ٤٠ متر و زاوية ميله على الأفقى ٣٠° و المقاومة لكل من المستويين تعادل ⅕ وزن الجسم أوجد سرعة الصندوق عند نهاية المسار بفرض أن سرعته لا تتغير بانتقاله إلى المستوى الأفقى إذا طول الجزء الأفقى ١٠ أمتار

الحل



يفرض أن : كتلة الصندوق = ك كجم

على المستوى المائل :

معادلة حركة الصندوق هى :

ك حـ = ك ء حا ٣٠° − م

∴ ك حـ = ك × ٩,٨ × ½ − ⅕ ك × ٩,٨　　و منها : حـ = ٢,٩٤ م / ث^2

، ∵ ع^2 = ع.^{2} + ٢ حـ ف

∴ ع^2 = ٠ + ٢ × ٢,٩٤ × ٤٠ = ٢٣٥,٢

(ع عند نهاية المستوى المائل = ع. عند بداية المستوى الأفقى)

على المستوى الأفقى :

معادلة حركة الصندوق هى : ك حـ = − م

∴ ك حـ = − ⅕ ك × ٩,٨ × ١٠　　و منها : حـ = − ١,٩٦ م / ث^2

، ∵ ع^2 = ع.^{2} + ٢ حـ ف

∴ ع^2 = ٠ + ٢ × (− ١,٩٦) × ١٠ = ١٩٦　　∴ ع = ١٤ م / ث

السؤال الرابع :

(٢) علق جسم فى ميزان زنبركى مثبت فى سقف مصعد فسجل القراءة ٨٠ ث كجم عندما كان المصعد صاعداً بعجلة منتظمة جـ م / ث٢ و سجل القراءة ٦٠ ث كجم عندما كان المصعد صاعداً بتقصير منتظم بعجلة منتظمة جـ م / ث٢ أوجد كتلة الجسم و قيمة جـ

الحل

بفرض أن : كتلة الجسم = ك كجم

∵ المصعد صاعد بعجلة جـ م / ث٢

∴ معادلة الحركة هى : ك جـ = ش – ك ء

∴ ك جـ = ٨٠ × ٩,٨ – ك × ٩,٨ (١)

، ∵ المصعد صاعد بتقصير منتظم بعجلة جـ م / ث٢

∴ معادلة الحركة هى : ك جـ = ك ء – ش

∴ ك جـ = ك × ٩,٨ – ٦٠ × ٩,٨ (٢) بالطرح ينتج :

٢ ك × ٩,٨ = ١٤٠ × ٩,٨ و منها : ك = ٧٠ كجم

، بالتعويض فى (١) ينتج : ٧٠ جـ = ٨٠ × ٩,٨ – ٧٠ × ٩,٨

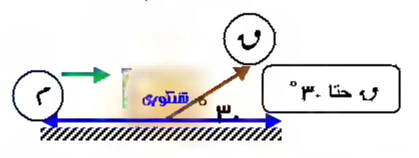
و منها : جـ = ١,٤ م / ث٢

الاختبار الخامس

السؤال الأول : أكمل ما يلى :

(١) يجذب حصان كتلة خشبية على أرض أفقية بقوة مقدارها ١٠٠ ث كجم و تميل على الأفقى بزاوية قياسها ٣٠° فإذا تحركت الكتلة بسرعة منتظمة فإن مقدار مقاومة الأرض لحركتها = ... ث كجم

الحل



∵ الكتلة تتحرك بسرعة منتظمة

∴ م = ق حتا ٣٠° = ١٠٠ × √٣ / ٢

= ٥٠ √٣ ث كجم

(٢) اثرت قوة مقدارها ٥ ث كجم على جسم ساكن كتلته ٤٩ كجم لمدة ٣ ثوانى فإن سرعة الجسم فى نهاية هذه المدة = ... م / ث

الحل

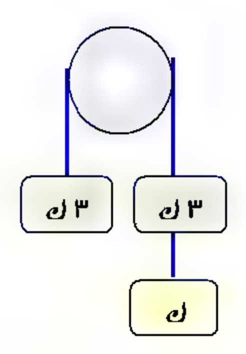
∵ الجسم ساكن ∴ ق = ك جـ

∴ ٥ × ٩,٨ = ٤٩ جـ ∴ جـ = ١ م / ث٢

، ع = ع. + جـ ن ∴ ع = ٠ + ١ × ٣ = ٣ م / ث

(٣) فى الشكل المقابل :

٣ ك ، ٣ ك كتلتان معلقتان من طرفى خيط يمر على بكرة صغيرة ملساء و معلق باحدى الكتلتين كتلة إضافية ك و تركت المجموعة للحركة من السكون فإن سرعة المجموعة بعد ٢ ثانية = ... سم / ث



الحل

معادلات الحركة هى :

٤ ك حـ = ٤ ك ء − شـ (١)

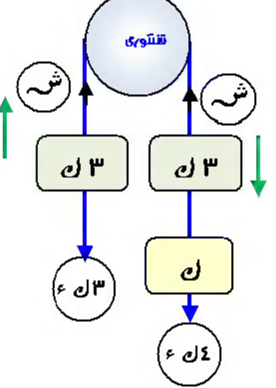
٣ ك حـ = شـ − ٣ ك ء (٢) بالجمع ينتج :

٧ ك حـ = ك ء

و منها : حـ = $\frac{1}{7}$ × ٩٨٠ = ١٤٠ سم / ث^2

، ع = ع. + حـ ن = ٠ + ١٤٠ × ٢

= ٢٨٠ سم / ث



٦) تتحرك كرة كتلتها ٣٠٠ جم أفقياً اصطدمت بحائط رأسى عندما كانت سرعتها ٦٠ م / ث فإذا ارتدت بعد أن فقدت $\frac{2}{3}$ مقدار سرعتها فإن التغير فى كمية حركتها نتيجة اصطدامها بالحائط = ... جم . سم / ث

الحل

باعتبار اتجاه حركة الكرة بعد التصادم هو الاتجاه الموجب

∴ $ع_1$ (القياس الجبرى لسرعة الكرة قبل التصادم)

= −٦٠ م / ث = −٦٠٠٠ سم / ث

، $ع_2$ (القياس الجبرى لسرعة الكرة قبل التصادم)

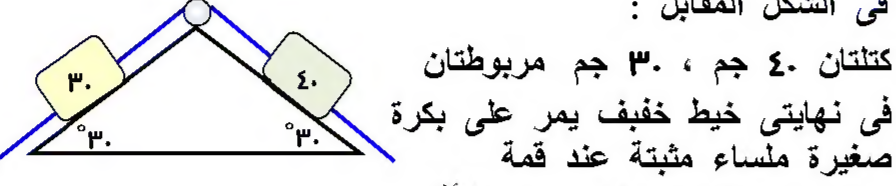
= (٦٠٠٠ − $\frac{2}{3}$ × ٦٠٠٠) = ٢٠٠٠ سم / ث

∴ △ هـ = ك ($ع_2$ − $ع_1$) = ٣٠٠ × (٢٠٠٠ + ٦٠٠٠)

= ٢٤ × ١٠^5 جم . سم / ث

السؤال الثانى :

(٢) فى الشكل المقابل :



كتلتان ٤٠ جم ، ٣٠ جم مربوطتان فى نهايتى خيط خفيف يمر على بكرة صغيرة ملساء مثبتة عند قمة مستويين متقابلين مائلين على الأفقى بزاوية قياسها ٣٠° كما هو مبين بالشكل حفظت المجموعة فى حالة توازن عندما كان الجسمان على خط أفقى واحد و جزءا من الخيط مشدودين فإذا تركت المجموعة تتحرك من سكون أوجد العجلة و المسافة الأفقية بين الجسمين بعد ثانية واحدة من بدء الحركة

الحل

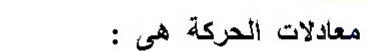
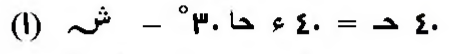
معادلات الحركة هى :

٤٠ حـ = ٤٠ ء حا ٣٠° − شـ (١)

٣٠ حـ = شـ − ٣٠ ء حا ٣٠°

بالجمع ينتج :

٧٠ حـ = ١٠ ء حا ٣٠°

و منها : حـ = ١٠ × ٩٨٠ × $\frac{1}{2}$ = ٧٠ سم / ث^2

بعد ١ ث : ف = ع. ن + $\frac{1}{2}$ حـ ن^2 = ٠ + $\frac{1}{2}$ × ٧٠ × (١)^2 = ٣٥ سم

أى أن : كل كتلة تتحرك على المستوى مسافة ٣٥ سم

∴ المسافة الرأسية لكل كتلة = ٣٥ حا ٣٠° = ٣٥ × $\frac{1}{2}$ = ١٧,٥ سم

∴ المسافة الرأسية بين الكتلتين = ٢ × ١٧,٥ = ٣٥ سم

السؤال الثالث :

(٢) درع وقائى مصنوع من طبقتين ملتحمتين منتظمتى السمك من الحديد و النحاس فإذا كان سمك الحديد ١ سم و سمك النحاس ٣ سم و كان الدرع فى مستوى رأسى عندما أطلقت عليه رصاصتين متساويتين فى الكتلة فى اتجاهين متضادين و عموديين على مستوى الدرع و بسرعة واحدة فاخترقت الأولى الحديد و سكنت بعد أن دخلت فى النحاس $\frac{٥}{٤}$ سم بينما اخترقت الثانية النحاس و سكنت فى الحديد $\frac{٣}{٤}$ سم اثبت أن مقاومة الحديد = ٧ أمثال مقاومة النحاس

الحل

نفرض أن :

كتلة كل من الرصاصتين = ك جم ،

مقاومة الحديد = $م_{١}$ ث جم ،

مقاومة النحاس = $م_{٢}$ ث جم ،

السرعة الإبتدائية لكل من الرصاصتين = $ع_{٠}$ سم / ث

بالنسبة للرصاصة الأولى :

فى طبقة الحديد : $\because ع^{٢} = ع_{٠}^{٢} + ٢ \text{ جـ ف}$

$\therefore ع^{٢} = ع_{٠}^{٢} + ٢ \text{ جـ}_{١} \times ١ = ع_{٠}^{٢} + ٢ \text{ جـ}_{١}$ " $\text{جـ}_{١}$ = العجلة بالحديد "

و هى سرعتها الابتدائية لاختراقها النحاس

$\therefore \text{جـ}_{١} = \frac{١}{٢} (ع^{٢} - ع_{٠}^{٢})$ (١)

، معادلة الحركة بالحديد هى : $ك \text{ جـ}_{١} = - م_{١}$

$\therefore ك \times \frac{١}{٢} (ع^{٢} - ع_{٠}^{٢}) = - م_{١}$

$\therefore ك ع^{٢} - ك ع_{٠}^{٢} = - ٢ م_{١}$ (٢)

فى طبقة النحاس : $\because ع^{٢} = ع_{٠}^{٢} + ٢ \text{ جـ ف}$

$\therefore ٠ = ع_{٠}^{٢} + ٢ \text{ جـ}_{١} + ٢ \text{ جـ}_{٢} \times \frac{٥}{٤}$ " $\text{جـ}_{٢}$ = العجلة بالنحاس "

بالتعويض من (١) ينتج :

$٠ = ع_{٠}^{٢} + ٢ \times \frac{١}{٢} (ع^{٢} - ع_{٠}^{٢}) + \text{جـ}_{٢} \times \frac{٥}{٢}$

$\therefore ٠ = ع_{٠}^{٢} + ع^{٢} - ع_{٠}^{٢} + \frac{٥}{٢} \text{جـ}_{٢}$

$\therefore ع^{٢} = - \frac{٥}{٢} \text{جـ}_{٢}$　　$\therefore \text{جـ}_{٢} = - \frac{٢}{٥} ع^{٢}$

، معادلة الحركة بالنحاس هى : $ك \text{ جـ}_{٢} = - م_{٢}$

$\therefore ك \times (- \frac{٢}{٥} ع^{٢}) = - م_{٢}$　　$\therefore ك ع^{٢} = \frac{٥}{٢} م_{٢}$ (٣)

بالنسبة للرصاصة الثانية :

فى طبقة النحاس : $\because ع^{٢} = ع_{٠}^{٢} + ٢ \text{ جـ ف}$

$\therefore ع'^{٢} = ع_{٠}^{٢} + ٢ \text{ جـ}_{٣} \times ٣ = ع_{٠}^{٢} + ٦ \text{ جـ}_{٣}$ " $\text{جـ}_{٣}$ = العجلة بالنحاس "

و هى سرعتها الابتدائية لاختراقها الحديد

$\therefore \text{جـ}_{٣} = \frac{١}{٦} (ع'^{٢} - ع_{٠}^{٢})$ (٤)

، معادلة الحركة بالنحاس هى : $ك \text{ جـ}_{٣} = - م_{٢}$

$\therefore ك \times \frac{١}{٦} (ع'^{٢} - ع_{٠}^{٢}) = - م_{٢}$

$\therefore ك ع'^{٢} - ك ع_{٠}^{٢} = - ٦ م_{٢}$ (٥)

فى طبقة الحديد : $\because ع^{٢} = ع_{٠}^{٢} + ٢ \text{ جـ ف}$

$\therefore ٠ = ع_{٠}^{٢} + ٦ \text{ جـ}_{٣} + ٢ \text{ جـ}_{٤} \times \frac{٣}{٤}$ " $\text{جـ}_{٤}$ = العجلة بالحديد "

بالتعويض من (٤) ينتج :

$٠ = ع_٠^٢ + ٦ \times \frac{١}{٢} (ع'^٢ - ع_٠^٢) + ح_٢ \times \frac{٣}{٢}$

$\therefore ٠ = ع_٠^٢ + ع'^٢ - ع_٠^٢ + \frac{٣}{٢} ح_٤$

$\therefore ع'^٢ = - \frac{٣}{٢} ح_٤$ $\therefore ح_٤ = - \frac{٢}{٣} ع'^٢$

، معادلة الحركة بالحديد هى : $ك ح_٤ = - م_١$

$\therefore ك \times (- \frac{٢}{٣} ع'^٢) = - م_١$ $\therefore ك ع'^٢ = \frac{٣}{٢} م_١$ (٦)

بالتعويض من (٣) فى (٢) ينتج : $\frac{٥}{٢} م_٢ - ك ع_٠^٢ = - ٢ م_١$ (٧)

بالتعويض من (٦) فى (٥) ينتج : $\frac{٣}{٢} م_١ - ك ع_٠^٢ = - ٦ م_٢$

$\therefore ك ع_٠^٢ = \frac{٣}{٢} م_١ + ٦ م_٢$ بالتعويض فى (٧) ينتج :

$\frac{٥}{٢} م_٢ - \frac{٣}{٢} م_١ - ٦ م_٢ = - ٢ م_١$

$\therefore \frac{٥}{٢} م_٢ - ٦ م_٢ = \frac{٣}{٢} م_١ - ٢ م_١$

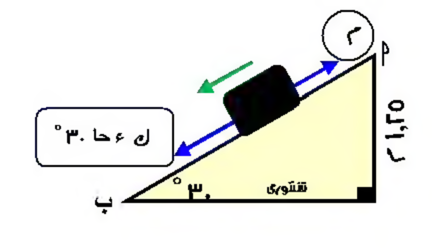
$\therefore - \frac{٧}{٢} م_٢ = - \frac{١}{٢} م_١$ $\therefore م_١ = ٧ م_٢$

أى أن : مقاومة الحديد = ٧ أمثال مقاومة النحاس

السؤال الرابع :

(٢) جسم موضوع عند أعلى نقطة من منحدر ارتفاعه ١٢٥ سم و يميل على الأفقى بزاوية قياسها ٣٠° تحرك الجسم فى اتجاه خط أكبر ميل للمنحدر لأسفل ضد مقاومة ثابتة تقدر بربع وزنه احسب سرعة وصول الجسم إلى أسفل نقطة للمنحدر و ما هى السرعة التى يقذف بها الجسم من أسفل نقطة فى الاتجاه المضاد حتى يصل بالكاد إلى لقمة المنحدر

الحل



نفرض أن : كتلة الجسم = ك كجم

ارتفاع المنحدر = ١٢٥ سم = ١,٢٥ م

من هندسة الشكل :

طول المنحدر = ١,٢٥ قتا ٣٠° = ٢,٥ م

عندما يكون الجسم هابطاً المنحدر

فإن معادلة الحركة هى :



$ك ح = ك ء حا ٣٠° - م$

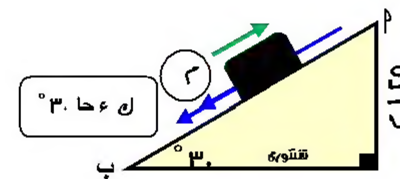
$\therefore ك ح = ك ء \times \frac{١}{٢} - \frac{١}{٤} ك ء$

و منها : $ح = \frac{١}{٤} ء = \frac{١}{٤} \times ٩,٨ = ٢,٤٥$ م / ث^٢

، $ع^٢ = ع_٠^٢ + ٢ ح ف = ٠ + ٢ \times ٢,٤٥ \times ٢,٥$

و منها : ع = ٣,٥ م / ث

، عندما يكون الجسم صاعداً المنحدر فإن :
معادلة الحركة هى :



ك جـ = − ك ء حا ٣٠° − م

∴ ك جـ = − ك ء × $\frac{١}{٢}$ − $\frac{١}{٤}$ ك ء

و منها : جـ = − $\frac{٣}{٤}$ ء = − $\frac{٣}{٤}$ × ٩,٨ = − ٧,٣٥ م / ث^٢

، ∵ ع^٢ = ع.^{٢} + ٢ جـ ف

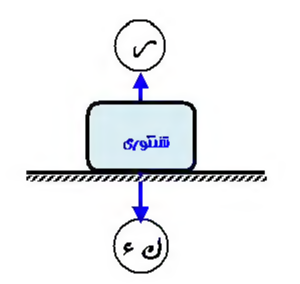
∴ ٠ = ع.^{٢} + ٢ (− ٧,٣٥) × ٢,٥

و منها : ع. = ٦,٠٦ م / ث

السؤال الخامس :

(٢) وقف طفل على ميزان ضغط داخل مصعد متحركاً بعجلة ١,٩٦ م / ث^٢ فسجل الميزان ٢٤ ث كجم أوجد وزن الطفل ، و إذا هبط المصعد لأسفل بنفس العجلة أوجد قراءة الميزان فى هذه الحالة

الحل



بفرض أن : كتلة الطفل = ك كجم

∵ المصعد يتحرك لأعلى

∴ معادلة الحركة هى : ك جـ = ر − ك ء

∴ ك × ١,٩٦ = ٢٤ × ٩,٨ − ك × ٩,٨

بالقسمة على ٩,٨ ينتج :



∴ ٠,٢ ك + ك = ٢٤

و منها : ك = ٢٠ كجم ∴ وزن الطفل = ٢٠ ث كجم

، ∵ المصعد يتحرك لأسفل

∴ معادلة الحركة هى : ك جـ = ك ء − ر

∴ ٢٠ × ١,٩٦ = ٢٠ × ٩,٨ − ر

∴ ر = ٢٠ × ٩,٨ − ٢٠ × ١,٩٦

و منها : ر = ١٥٦,٨ نيوتن = ١٥٦,٨ ÷ ٩,٨ = ١٦ ث كجم

